



**TUGAS AKHIR – RE 141581**

**STUDI AIR BAKU PRIORITAS UNTUK PDAM SURYA  
SEMBADA SURABAYA DENGAN PENDEKATAN  
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

**R. CIPTA ANUGERAH PERSADA**  
**3313100030**

Dosen Pembimbing  
Alfan Purnomo, S.T.,M.T  
19830304 200604 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknologi Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**FINAL PROJECT – RE 141581**

**STUDY OF RAW WATER PRIORITY FOR PDAM SURYA  
SEMBADA SURABAYA USING ANALYTICAL  
HIERARCHY PROCESS (AHP)**

**R. CIPTA ANUGERAH PERSADA**

**3313100030**

**Supervisor**

**Alfan Purnomo, S.T.,M.T**

**19830304 200604 1 002**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

**Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2018**



## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI AIR BAKU PRIORITAS UNTUK PDAM SURYA SEMBADA SURABAYA DENGAN PENDEKATAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**R. CIPTA ANUGERAH PERSADA**  
NRP 3313100030

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



**Alfian Purnomo, ST., MT**  
NIP 198303042009604 1 002





## **ABSTRAK**

### **Studi Air Baku Prioritas untuk PDAM Surya Sembada Surabaya dengan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP)**

**Nama Mahasiswa** :R. Cipta Anugerah Persada

**NRP** :3313100030

**Dosen Pembimbing** :Alfan Purnomo, S.T., M.T

Pasokan air baku Kali Surabaya sebesar  $10,5 \text{ m}^3/\text{detik}$  masih belum mencukupi kebutuhan air rata-rata. Penambahan pasokan air baku dari mata air Umbulan sebesar  $1 \text{ m}^3/\text{detik}$  hanya mencukupi hingga tahun 2017. Maka dari itu diperlukan tambahan pasokan air baku dari sumber air baku lain. Sumber air baku yang berpotensi yaitu air laut yang memiliki debit tak hingga dan mata air. Pemilihan air baku dapat digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Untuk mengetahui sumber air mana yang memiliki prioritas itu di gunakan kriteria kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan. Metode AHP ini dilakukan dengan menurunkan kriteria apa saja yang dijadikan pertimbangan dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Untuk mendapatkan penilaian dari tiap kriteria makan digunakan software Expert Choice dengan responden yang terdiri dari pihak PDAM Surya Sembada Surabaya, pihak instansi pemerintah, dan pakar air bersih. Setelah dilakukan penilaian dengan menggunakan sistem pembobotan dari para ahli, akan didapat sumber air baku prioritas.

Proyeksi kebutuhan air bersih rata-rata pada tahun 2035 berdasar berdasar perhitungan yaitu 12561 liter/detik. Di samping itu, akan terjadi defisit sumber air baku yang diperkirakan mulai terjadi pada tahun 2018 dengan besar 118 Liter/detikdan akan mencapai 2317 Liter/detik pada tahun 2035. Berdasar debit yang mampu dipasok, terdapat beberapa sumber air baku yang berpotensi yaitu air laut dan mata air. Air baku prioritas yang diperoleh dari responden yaitu air laut dengan kriteria kontinuitas sebagai prioritas.

**Kata Kunci: Expert Choice, Analytical Hierarchy Process, Air Baku, PDAM Surya Sembada Surabaya, RISPAM 2014.**



## **ABSTRACT**

### **Study of Raw water Priority for PDAM Surya Sembada Surabaya Using Analytical Hierarchy Process (AHP)**

**Name** :R. Cipta Anugerah Persada

**NRP** :03211340000030

**Supervisor** :Alfan Purnomo, S.T., M.T

The raw water supply of Surabaya by  $10,5 \text{ m}^3 / \text{sec}$  is still not sufficient for the average water requirement. The addition of raw water supply from Umbulan springs at  $1 \text{ m}^3 / \text{sec}$  is only sufficient until 2017. Therefore, additional raw water supply from other raw water sources is required. Potential raw water source is seawater that has unlimited discharge and water springs. The selection of raw water can be used Analytical Hierarchy Process (AHP) method. To find out which water source has priority is used the criteria of quantity, quality, continuity, and affordability. AHP method is done by lowering the criteria what are taken into consideration in achieving the desired goals. To get an assessment of each criteria to eat used Expert Choice software with respondents consisting of PDAM Surya Sembada Surabaya, the government agencies, and water experts. After the assessment using the weighting system from the experts, will get raw water resources priority.

The projection of the average water demand in 2035 is based on the calculation of 12561 liters / sec. In addition, there will be a deficit of raw water sources estimated to begin in 2018 with a large 118 Liter / sec and will reach 2317 Liter / sec in 2035. Based on the discharge that can be supplied, there are several potential raw water sources that is sea water and springs. Priority raw water obtained from the respondents is sea water with the criteria of continuity as a priority.

**Key word** : Expert Choice, Analytical Hierarchy Process, Raw Water, PDAM Surya Sembada Surabaya, RISPAM 2014.

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

***Halaman Ini Sengaja Dikosongkan***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas perlindungan, ilmu, bimbingan, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan progress yang berjudul **STUDI AIR BAKU PRIORITAS UNTUK PDAM SURYA SEMBADA SURABAYA DENGAN PENDEKATAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)** dengan lancar. Laporan ini dibuat dalam rangka memenuhi tugas akhir dari perkuliahan.

Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Alfian Purnomo, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memotivasi penulis.
2. Dr. Ali Masduqi, ST.,MT., Dr. Ir Mohammad Razif MM., dan Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng. selaku dosen penguji penulis yang telah memberi penulis saran dan masukan.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memotivasi
4. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu-satu yang telah mengingatkan penulis untuk rajin dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga segala kebaikan dan ketulusan mendapat balasan dari Allah SWT. Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun masih terdapat kekurangan. Untuk itu penulis berharap adanya kritik dan saran dari pembaca.

Surabaya, 22 Januari 2018

R. Cipta Anugerah Persada

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gambaran Umum Kota Surabaya.....	5
2.2 Gambaran Umum PDAM Surya Sembada.....	6
2.3 Pengertian Air Baku.....	19
2.3 Air Permukaan.....	20
2.4 Air Tanah .....	21
2.5 Mata Air .....	22
2.6 Air Laut .....	23
2.7 Proyeksi Penduduk.....	25
2.8 Kebutuhan Air.....	27
2.9 Definisi AHP .....	29
2.10 Software Expert choice .....	32
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Kerangka Penelitian.....	37
3.2. Tahapan Penelitian.....	40
BAB IV PEMBAHASAN	

4.2	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	51
4.3	Memilih Sumber Air Baku yang Berpotensi.....	67
4.4	Menentukan Sumber Air Baku Prioritas .....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan .....	77
5.2	Saran .....	77
DAFTAR PUSTAKA .....		79
DAFTAR LAMPIRAN		
Lampiran 1 Kuesioner Analisis AHP .....		81
Lampiran 2 Pengoperasian Expert Choice.....		92







## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Peta Sumber Air Alternatif .....	5
Gambar 2.3 Pesisir Pantai Kota Surabaya .....	24
Gambar 2.4 Unconfined Aquifer dan Confined Aquifer..	25
Gambar 2.5 Penyusunan Hierarki Metode AHP .....	31
Gambar 2.6 Penentuan Tujuan Penelitian .....	32
Gambar 2.7 Penentuan Kriteria Penelitian .....	32
Gambar 2.8 Pembobotan nilai kriteria .....	33
Gambar 2.9 Penentuan Alternatif .....	33
Gambar 2.10 Pemboobtan Alternatif berdasar Kriteria..	34
Gambar 2.11 Penentuan Jumlah Resonden .....	34
Gambar 2.12 Jumlah Responden .....	34
Gambar 3. 1 Kerangka Tahapan Penelitian .....	40
Gambar 3.2 Hierarki Aspek Teknis .....	45
Gambar 4.1 Grafik Metode Aritmatikan .....	54
Gambar 4.2 Grafik Metode Geometrik .....	55
Gambar 4.3 Grafik Metode Least Square.....	55
Gambar 4.4 Grafik Performa Keseluruhan .....	73

***Halaman ini sengaja dikosongkan***



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas Air Produksi atau Terolah .....	15
Tabel 4.2 Kualitas Kali Surabaya .....	18
Tabel 2.1 Debit Kali Surabaya .....	20
Tabel 2.3 Konsumsi Air Domestik P.U. Cipta Karya.....	28
Tabel 2.4 Konsumsi Air Domestik Berdasarkan P3KT ...	28
Tabel 2.5 Kategori Kebutuhan Air Fasilitas Umum.....	29
Tabel 2.6 Skala Perbandingan Berpasangan.....	31
Tabel 4.1 Analisis Kualitas Air Laut Pantai Kenjeran.....	49
Tabel 4.2 Metode Aritmatik.....	51
Tabel 4.3 Metode Geometri .....	52
Tabel 4.4 Metode Least Square.....	53
Tabel 4.5 Rasio Pertumbuhan Penduduk .....	56
Tabel 4.6 Rata-rata Penggunaan Air .....	57
Tabel 4.7 Proyeksi Kebutuhan Air .....	61
Tabel 4.8 Kualitas Air Boezem Morokrembangan .....	69
Tabel 4.9 Kualitas Air Laut.....	69

***Halaman ini sengaja dikosongkan***



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air baku yang digunakan oleh PDAM Surya Sembada Surabaya selama ini berasal dari air sungai. Berdasarkan data dari laporan RISPAM, air Kali Surabaya dapat menyuplai air baku sebesar  $10,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Sumber air baku yang digunakan PDAM Surya Sembada selain Kali Surabaya berasal dari mata air Umbulan dan mata air dari wilayah Pandaan. Total debit mata air dapat menyuplai  $4 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Di samping itu, pertumbuhan penduduk Kota Surabaya tiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal ini mempengaruhi jumlah kebutuhan air minum yang harus dilayani. PDAM Surya Sembada Surabaya memiliki kewajiban untuk memenuhi kebutuhan air minum baik domestik maupun non domestik. Maka dari itu, PDAM Surya Sembada perlu mencari alternatif air baku lain.

Di kota Surabaya sendiri terdapat beberapa air tanah yang berpotensi menjadi sumber air baku bagi PDAM Surabaya. Sumber air baku tersebut ada yang terletak di dalam dan luar kota Surabaya. Beberapa alternatif sumber air baku tersebut antara lain kali Brantas dengan pasokan debit sekitar  $4 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sungai Bengawan solo yang juga mampu memasok debit sebesar  $4 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Disamping itu terdapat pula Boezem Morokrembangan yang mampu menyuplai sebesar  $0,96 \text{ l}/\text{detik}$ . Air laut sendiri dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku bagi PDAM Surya Sembada Surabaya. Namun perlu teknologi tertentu untuk mengolah air laut tersebut.

Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk kota Surabaya dan makin berkembangnya industri di beberapa kawasan di kota Surabaya maka semakin meningkat pula kebutuhan akan air minum baik sektor domestik maupun non domestik. Maka dari itu PDAM Surya Sembada Surabaya perlu mencari sumber air baku untuk memenuhi air minum dalam jangka panjang. Untuk memilih sumber air baku lain, dibutuhkan pertimbangan tertentu sebelum memilihnya. Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu metode untuk membantu menentukan suatu alternatif yang terbaik. Dalam

penggunaannya, metode ini menggunakan software Expert Choice dengan menentukan kriteria untuk memilih alternatif tersebut. Setelah itu dilakukan pembobotan oleh para ahli (expert) yang sudah mengetahui mengenai permasalahan tersebut. Biasanya para ahli ini terdiri dari pihak instansi, pakar yang ahli dengan permasalahan tersebut, atau pihak lain yang berwenang mengambil keputusan mengenai permasalahan tersebut. Maka dari itu untuk menentukan alternatif terbaik untuk sumber air baku ini metode AHP dirasa cocok karena didasarkan atas penilaian para ahli baik itu dari pihak PDAM Surya Sembada Surabaya maupun pakar air minum.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapa proyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik hingga tahun 2035?
2. Sumber air apa yang dapat diprioritaskan untuk air baku PDAM Surya Sembada Surabaya?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dalam studi ini adalah:

1. Menghitung proyeksi kebutuhan air domestik maupun non domestik di Kota Surabaya hingga tahun 2035.
2. Mengetahui potensi sumber air baku untuk air minum yang sesuai dengan Kementrian Pekerjaan Umum No 47 tahun 2015 Tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur.
3. Menentukan prioritas sumber air baku untuk PDAM Surya Sembada Surabaya dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).



#### **1.4 Ruang Lingkup**

1. Kebutuhan air yang di hitung meliputi sektor domestik dan non domestik
2. Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan hingga tahun 2035
3. Penelitian dilakukan selama empat bulan
4. Penelitian menggunakan software Expert Choice dalam prosedur AHP
5. Responden yang diambil berjumlah tiga orang dari pihak PDAM Surya Sembada Surabaya, tiga pakar Air Minum (Dosen Teknik Lingkungan), dan satu orang dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Memberi data kondisi eksisting kebutuhan air di kota Surabaya
2. Memberi masukan ke PDAM Surya Sembada Surabaya terkait sumber air yang dapat diprioritaskan untuk sumber air baku

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya secara geografis terletak antara  $7^{\circ} 9' - 7^{\circ} 21'$  garis Lintang Selatan, dan  $112^{\circ} 36' - 112^{\circ} 57'$  Bujur Timur, dengan luas wilayah daratan sekitar 33.048 Ha (330,048 Km<sup>2</sup>) dan luas wilayah laut sekitar 19.039 Ha. Adapun batas-batas wilayahnya adalah sebagai berikut :

⊗	Sebelah Utara	: Laut Jawa dan Selat Madura
⊗	Sebelah Timur	: Selat Madura
⊗	Sebelah Selatan	: Kabupaten Sidoarjo
⊗	Sebelah Barat	: Kabupaten Gresik

Berdasarkan data statistik (BPS) jumlah penduduk Kota Surabaya dari hasil registrasi penduduk pada tahun 2008 sebesar 2.902.507 jiwa yang terdiri dari 1.453.135 jiwa laki-laki dan 1.449.372 perempuan. Penduduk tersebut tersebar di seluruh wilayah Kecamatan yang ada di Kota Surabaya. Berikut Gambar 2.1 yang menunjukkan kota Surabaya dan sumber air baku potensi.



**Gambar 2.1 Peta Sumber Air Alternatif**

## **2.2 Gambaran Umum PDAM Surya Sembada**

Pelayanan wilayah kota Surabaya dibagi menjadi lima zona yang di bagi menjadi beberapa sub zona. Sumber air baku yang dipakai PDAM Surya Sembada Surabaya selama ini diambil dari kali Surabaya yang dapat memasok dengan debit rata-rata 26,67 m<sup>3</sup>/detik (Jasa Tirta,2011) dan mata air Umbulan yang mulai diambil tahun depan sebesar 500 liter/detik dan ditingkatkan menjadi 1000 liter/detik pada tahun berikutnya. Wilayah pelayanan air bersih kota Surabaya tidak ada pembagian zona baru. Hal ini dikarenakan pembagian wilayah/zona sudah melayani keseluruhan wilayah di kota Surabaya. Pembagian zona pelayanan didasarkan pada wilayah yang terdekat dan berdasarkan sambungan pipa distribusi. Untuk zona 1 sampai 3 mendapatkan pasokan air bersih dari instalasi Ngagel sedangkan untuk zona 4 sampai 5 mendapatkan pasokan air dari instalasi Karang Pilang. Berikut adalah pembagian zona pelayanan distribusi .

### **1.1.1. Pelayanan Zona 1**

Pada zona satu ini dibagi menjadi beberapa sub zona, yaitu sub zona 101 sampai 120. Berikut rincian pembagian wilayahnya

Surabaya Selatan

- Kecamatan Wonokromo (Selatan Kali Surabaya)
  - Kelurahan Wonokromo/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Jagir/ Layanan IPAM Ngagel 1
- Kecamatan Jambangan
  - Kelurahan Jambangan/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Karah /LayananIPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Kebonsari/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Pagesangan/Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kecamatan Gayungan
  - Kelurahan Gayungan/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Dukuh Menanggal/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Ketintang/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Menanggal /Layanan IPAM Ngagel 1
- Kecamatan Wonocolo
  - Kelurahan Bendul Merisi/ Layanan IPAM Ngagel 1

- Kelurahan Jemur Wonosari/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kelurahan Margorejo/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kelurahan Sidoresmo /Layanan IPAM Ngagel 1
- Kelurahan Siwalan Kerto/ Layanan IPAM Ngagel 1

#### Surabaya Timur

- Kecamatan Tenggilis Mejoyo
  - Kelurahan Tenggilis Mejoyo/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Kendangsari/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Kutisari / Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Panjangjiwo/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Prapen/ Layanan IPAM Ngagel 1
- Kecamatan Rungkut
  - Kelurahan Kalirungkut /Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Rungkut Kidul/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Kedungbaruk/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Medokan Ayu/Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Penjaringan Sari/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Wonorejo/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kecamatan Gunung Anyar
  - Kelurahan Gunung Anyar/ Layanan IPAM
  - Kelurahan Gunung Anyar Tambak/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Rungkut Menanggal / Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Rungkut Tengah/ Layanan IPAM Karang Pilang 3

#### 1.1.2. Pelayanan Zona 2

Pada zona dua ini subzona dimulai dari 201 sampai 228.

Berikut rincian pembagiannya

#### Surabaya Selatan

- Kecamatan Wonokromo (Timur Kali Mas)
  - Kelurahan Ngagel/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Ngagel Rejo/Layanan IPAM Ngagel 1

## Surabaya Timur

- Kecamatan Gubeng
  - Kelurahan Gubeng/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Kertajaya/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Airlangga/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Barata Jaya/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Pucang Sewu/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Mojo/Layanan IPAM Ngagel 3
- Kecamatan Sukolilo
  - Kelurahan Gebang Putih/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Keputih/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Klampis Ngasem/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Medokan Semampir/Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Menur Pumpungan /Layanan IPAM Ngagel 3
- Kecamatan Mulyorejo
  - Kelurahan Mulyorejo/Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Dukuh Sutorejo/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kalijudan/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kalisari/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kejawen Putih Tambak / Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Manyar Sabrangan /Layanan IPAM Ngagel 3
- Kecamatan Tambaksari (Timur Jl. Tambangboyo – Jl. Kedung Cowek)
  - Kelurahan Gading/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Setro Baru/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kapas Madya Baru/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Pacar Kembang/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Ploso/ Layanan IPAM Ngagel 3

## Surabaya Utara

- Kecamatan Bulak
  - Kelurahan Bulak / Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kedung Cowek/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Kenjeran/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Komplek Kenjeran/ Layanan IPAM Ngagel 3
  - Kelurahan Sukolilo/ Layanan IPAM Ngagel 3

### 1.1.3. Pelayanan Zona 3

Zona 3 dibagi menjadi subzona 301 sampai 316 yang tersebar di Surabaya Utara, Surabaya Pusat, dan Surabaya Timur. Berikut perincian daerah pelayanannya.

#### Surabaya Utara

- Kecamatan Pabean Cantikan (Timur Kali Mas)
  - Kelurahan Bongkaran /Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Nyamplungan/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Perak Timur/Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Semampir
  - Kelurahan Ampel/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Sidotopo/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Pegirian/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Wonokusumo/Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Ujung /Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Kenjeran
  - Kelurahan Sidotopo Wetan/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Bulak Banteng/Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Tanah Kali Kedinding/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Tambak Wedi/ Layanan IPAM Karang Pilang 2

#### Surabaya Pusat

- Kecamatan Simokerto
  - Kelurahan Simokerto/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Kapasan/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Sidodadi/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Simolawang/Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Tambakrejo/Layanan IPAM Ngagel 2
- Kecamatan Genteng (Timur Kali Mas)
  - Kelurahan Kapasari/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Peneleh/ Layanan IPAM Ngagel 2
  - Kelurahan Ketabang/ Layanan IPAM Ngagel 2
- Kecamatan Bubutan (Timur Kali Mas)
  - Kelurahan Alun-Alun Contong / Layanan IPAM Ngagel 2

#### Surabaya Timur

- Kecamatan Tambaksari (Barat Jl. Tambangboyo – Jl. Kedung Cowek)
  - Kelurahan Tambaksari/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Pacar Keling/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Rangkah/ Layanan IPAM Ngagel 2

#### 1.1.4. Pelayanan Zona 4

Pelayanan zona 4 dibagi menjadi subzona 401 sampai 436. Pelayanan zona 4 tersebar di Surabaya Barat, Surabaya Utara, Surabaya Selatan, dan Surabaya Pusat.

#### Surabaya Utara

- Kecamatan Pabean Cantikan (Barat Kali Mas)
  - Kelurahan Perak Utara/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Krembangan Utara / Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kecamatan Krembangan
  - Kelurahan Krembangan Selatan/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Dupak/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Kemayoran/Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Morokrembangan / Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Perak Barat/ Layanan IPAM Karang Pilang 3

#### Surabaya Barat

- Kecamatan Pakal (Utara Jl. Raya Benowo)
  - Kelurahan Tambakdono/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Sumberejo / Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Benowo (Utara Jl. Raya Kandangan)
  - Kelurahan Romokalisari/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Tambakoso Wilangun/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Kandangan/Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Tandes (Utara Jl. Raya Tandes)



- Kelurahan Banjar Sugihan/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kelurahan Manukan Wetan/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kelurahan Balongsari /Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Sukomanunggal (Utara Jl. Raya Tandes)
  - Kelurahan Sukomanunggal/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Simomulyo/Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kecamatan Asemrowo
  - Kelurahan Asemrowo /Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Genting/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Greges/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Kalianak/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Tambaklangon/Layanan IPAM Karang Pilang 2

#### Surabaya Pusat

- Kecamatan Bubutan (Barat Kali Mas)
  - Kelurahan Bubutan/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Gundih/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Jepara/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Tembok Dukuh/ Layanan IPAM Karang Pilang 3
- Kecamatan Genteng (Barat Kali Mas)
  - Kelurahan Genteng /Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Emb. Kaliasin/ Layanan IPAM Ngagel 1
- Kecamatan Tegalsari
  - Kelurahan Tegalsari /Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Dr. Sutomo/Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Kedungdoro/ Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Keputran /Layanan IPAM Ngagel 1
  - Kelurahan Wonorejo /Layanan IPAM Ngagel 1

#### Surabaya Selatan

- Kecamatan Sawahan (Utara Jl. Banyu Urip)
  - Kelurahan Sawahan /Layanan IPAM Karang Pilang 3
  - Kelurahan Petemon /Layanan IPAM Karang Pilang 3

- Kelurahan Kupang Krajan/ Layanan IPAM Karang Pilang 3

#### 1.1.5. Pelayanan Zona 5

Zona 5 dibagi menjadi beberapa subzona dari 501 sampai 547. Zona 5 melayani Surabaya Barat dan Surabaya Selatan.

##### Surabaya Barat

- Kecamatan Pakal (Selatan Jl. Raya Benowo)
  - Kelurahan Pakal/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Benowo/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Babat Jerawat/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Benowo (Selatan Jl. Raya Kandangan)
  - Kelurahan Sememi/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Klakah Rejo/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Tandes (Selatan Jl. Raya Tandes)
  - Kelurahan Tandes/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Manukan Kulon/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Karangpoh/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Sukomanunggal (Selatan Jl. Raya Tandes)
  - Kelurahan Tanjungsari/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Putat Gede/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Simomulyo Baru/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Sonokawijenan/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Sambikerep
  - Kelurahan Sambikerep/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Lontar/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Made/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Beringin/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Lakarsantri
  - Kelurahan Lakarsantri/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Bangkingan/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Sumur Welut/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Jeruk/ Layanan IPAM Karang Pilang 2

- Kelurahan Lidah Kulon/Layanan IPAM Karang Pilang 1
- Kelurahan Lidah Wetan/Layanan IPAM Karang Pilang 1

#### Surabaya Selatan

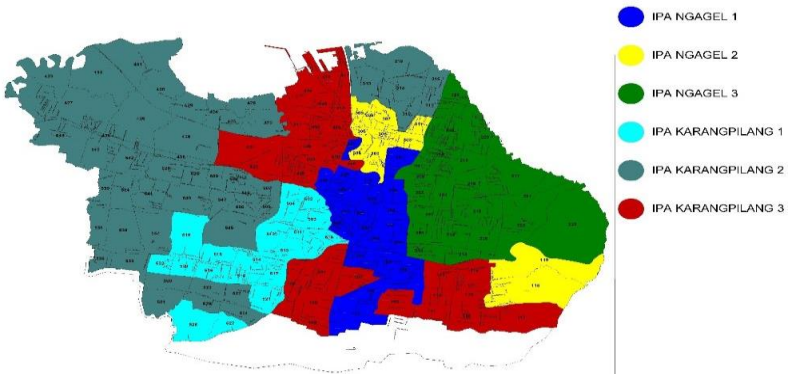
- Kecamatan Sawahan (Selatan Jl. Banyu Urip)
  - Kelurahan Banyu Urip/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Putat Jaya /Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Pakis/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
- Kecamatan Wonokromo (Utara Kali Surabaya)
  - Kelurahan Darmo/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Sawunggaling/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
- Kecamatan Dukuh Pakis
  - Kelurahan Dukuh Kupang/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Dukuh Pakis/Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Gunungsari/Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Pradah Kalikendal/Layanan IPAM Karang Pilang 1
- Kecamatan Wiyung
  - Kelurahan Wiyung/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Babatan/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Jajar Tunggal/Layanan IPAM Karang Pilang 2
  - Kelurahan Balas Klumprik/ Layanan IPAM Karang Pilang 2
- Kecamatan Karang Pilang
  - Kelurahan Karang Pilang/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Kebraon/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Kedurus/ Layanan IPAM Karang Pilang 1
  - Kelurahan Waru Gunung/ Layanan IPAM Karang Pilang 1

Kualitas Kali Surabaya sebagai sumber air baku PDAM Surya Sembada dapat dilihat pada Tabel 4.1



**PETA PELAYANAN INSTALASI PRODUKSI  
PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA**

Keterangan :



Kelima zona yang ada dilayani oleh enam instalasi IPAM milik PDAM Surya Sembada Surabaya di mana masing-masing instalasi memproduksi air bersih dengan debit yang berbeda-beda. Berikut rinciannya:

- Instalasi Ngagel 1 =1800L/detik
- Instalasi Ngagel 2 =1000L/detik
- Instalasi Ngagel 3 =1750L/detik
- Instalasi Karangpilang 1 =1450L/detik
- Instalasi Karangpilang 2 =2500L/detik
- Instalasi Karangpilang 3 =2000L/detik
- Instalasi Umbulan =330L/detik

Tabel 2.1 Kualitas Air Produksi atau Terolah

Parameter	Zona				
	1	2	3	4	5
Warna	4,43	4,75	3,94	4,05	4,07
Rasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa
Bau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau	Tak berbau
Kekeruhan (mg/L)	0,88	1,04	1,22	0,83	0,63
Padatan terlarut(mg/L)	176,57	179,50	187,20	257,73	220,04
Padatan Jumlah(mg/L)	-	-	-	-	-
Suhu( <sup>0</sup> C)	27,71	27,68	27,53	28,43	29,09
Reaksi pH	7,35	7,33	7,34	7,45	7,05
Alkalinitas	123,93	126,23	133,50	-	-
CO2 bebas	11,10	11,87	12,48	-	-
Kesadahan Total(mg/L)	173,06	181,38	176,77	217,78	213,00
Kalsium(mg/L)	132,04	134,30	126,92	-	-
Magnesium(mg/L)	9,97	11,44	12,16	-	-
Silikat(mg/L)	-	-	-	-	-
Klorida(mg/L)	21,63	23,09	23,44	20,10	16,52

Lanjutan Tabel 2.1

Sulfat(mg/L)	54,17	58,63	52,39	28,28	28,74
Nitrat(mg/L)	0,88	0,91	1,98	-	-
Nitrit(mg/L)	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd
Oksigen terlarut(mg/L)	-	-	-	-	-
Besi(mg/L)	-	-	-	-	-
Mangan(mg/L)	-	-	-	-	-
Tembaga(mg/L)	-	-	-	-	-
Timbal(mg/L)	-	-	-	-	-
Seng(mg/L)	-	-	-	-	-
KMnO4(mg/L)	5,39	4,75	4,81	5,7	5,18
Krom(mg/L)	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd
Amonium(mg/L)	0,06	0,08	0,06	0,11	0,11
Klor bebas(mg/L)	0,11	0,09	0,02	0,16	0,28
Florida(mg/L)	0,45	0,3	0,28	0,76	0,8
Natrium(mg/L)	-	-	-	-	-
Phosphat(mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfida(mg/L)	0,1	0,05	0,04	-	-
Arsen(mg/L)	-	-	-	-	-
COD(mg/L)	-	-	-	-	-
Hydrargyrum(mg/L)	-	-	-	-	-
Detergen9ug/L)	-	-	-	-	-
Total Coli(col/100 ml)	21,9	17,44	18,42	11,76	3,82
Fecal Coli (col/100 ml)	1,18	0,49	0,42	0,55	0,2

Sumber: PDAM Surya Sembada Surabaya

Data diatas diambil sampling secara acak yang dilakukan oleh pihak PDAM Surya Sembada Surabaya di tiap-tiap zona yang terlayani. Dari Data Kualitas Air olahan tersebut, dapat dilihat bahwa parameter Total Coli dan E.Coli yang melebihi baku mutu yang diatur dalam PERMENKES Nomor 492 Tahun 2010. Namun tidak semua hasil sampling menunjukkan hal yang sama karena hasil di atas merupakan sampling acak di pelanggan. Kualitas air baku Kali Surabaya yang selama ini digunakan menurut Peraturan Gubernur Jawa Tmur Nomor 72 Tahun 2013 masuk ke dalam golongan 1 yang dapat diterima sebagai syarat air limbah yang dibuang ke badan air penerima kelas 1, 2, 3, dan air laut. Dari parameter yang ditetapkan Peraturan Gubernur Jawa Tmur Nomor 72 Tahun 2013, hanya senyawa organik yang melebihi baku mutu. Sedangkan kelas Kali Surabaya sendiri masuk ke dalam kelas 2 jika menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, namun dari data yang didapat ada beberapa parameter yang tidak terdeteksi. Kualitas Kali Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari kelima zona tersebut terdapat penduduk yang belum terlayani yaitu sekitar 3% menurut dat RISPAM 2014 dan mengalami kebocoran sebesar 28% dan memiliki target untuk palayanan 100% pada tahun 2018. Maka dari itu untuk membantu mewujudkan rencana tersebut dibutuhkan sumber air baku yang melimpah untuk memenuhi seluruh kebutuhan air bersih masyarakat Kota Surabaya.

Tabel 4.2 Kualitas Kali Surabaya

No	Parameter	Satuan	Perda Jatim 2/2008	Bulan												RATA- RATA
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	DHL	µmhos/cm	-	505,00	432,00	369,20	435,00	475,5	546,00	550,333	547,25	514,75	523,50	509	510,25	493,15
2	Kesadahan	ppm CaCO <sub>3</sub>	-	191,74	175,81	191,46	173,62	204,14	235,97	238,429	258,07	258,66	263.70	249,48	225,88	222,25
3	Nitrat	ppm NO <sub>3</sub> -N	10					0,62	5,69							3,16
4	Silikat	ppm SiO <sub>2</sub>	-						-							
5	Zat Organik	ppm KMnO <sub>4</sub>	10	17,80	22,10	22,22	29,46	11,98	9,43	9,080	10,46	12,25	6.10	10,69	20,57	15,18
6	BOD	ppm O <sub>2</sub>	6													
7	Kalsium	ppm CaCO <sub>3</sub>	-	103,67	106,45	110,59	77,70	112,34	137,67	122,035	130,44	126,06	172.02	116,34	104,71	118,33
8	Magnesium	ppm Mg	-	21,39	17,01	20,70	22,72	19,88	21,28	26,590	29,23	31,34	22.53	28,01	26,34	23,92
9	Natrium	ppm Na	-			24,89	22,90	26,01	31,07	28,290	30,26	28,28	35.01	32,77	29,35	28,88
10	Kalium	ppm KMnO <sub>4</sub>	-			4,41	5,38	5,47	5,81	5,867	4,33	6,55	7,03	6,07	4,97	5,59
11	Klorida	ppm Cl	600	22,76	17,11	15,35	19,13	21,33	21,70	28,564	28,59	27,90	33,96	27,50	29,72	24,47
12	Klorin Bebas	ppm Cl <sub>2</sub>	-													
13	Sulfat	ppm SO <sub>4</sub>	400	29,38	31,26	36,14	33,18	30,98	35,80	30,487	33,51	20,25	32,38	25,16	42,78	31,78
14	Fluorida	ppm F	1,5		0,90	0,29	0,14	1,08	0,01	ttd	1,55	1,76	0,43	0,28	0,21	0,66
15	Sianida	ppm CN	0,05													
16	Arsen	ppm As	0,05													
17	Kadmium	ppm Cd	0,01						0,00	0.000	0,00	ttd	ttd	ttd	Ttd	0,000117
18	Raksa	ppm Hg	0,001													
19	Phenol	Ppm	0,002													
20	Total Coli	col/100 ml	1x10 <sup>4</sup>	58250 0	52825 0	844000,0 0	480000,0 0	364000,0 0	204600,0 0	356666,66 7	388250,0 0	> 1100000	> 1100000	72500 0	460000,0 0	493326,67
21	Fecal coli	col/100 ml	2x10 <sup>3</sup>	19075	30075	12380,00	94750,00	62000,00	30200,00	106000,00 0	133000,0 0	> 1100000	> 1100000	75000	253333.3	136958,33
22	Klorofil	mg/m	-													

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya



### 2.3 Pengertian Air Baku

Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001, air baku air minum adalah air yang dapat di olah menjadi air yang layak sebagai air minum dengan pengolahan secara sederhana dengan cara di filtrasi, disinfeksi, dan dididihkan.

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar,peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Beberapa syarat untuk air baku antara lain:

- Syarat Kualitas:  
Air minum harus memenuhi syarat-syarat kualitas yang telah di tetapkan. Berikut karakteristik air baku menurut Sri Sumetri (1987) :

Syarat Fisik :Suhu, rasa dan bau, warna, kekeruhan, dan zat padat terlarut

Syarat Kimia :pH, zat organik dan anorganik serta kadar mineral yang seimbang

Syarat biolofis :bebas dari mikroorganisme patogen dan mikroorganisme pengganggu lainnya.

- Syarat Kontinuitas:

Keberadaan dan ketersediaan air minum harus dapat dijamin setiap saat.

- Syarat Kuantitas:

Air minum yang diproduksi harus mampu memenuhi jumlah permintaan dan kebutuhan masyarakat.

Pemilihan alternatif air baku untuk saat ini mengacu pada panduan Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 47 Tahun 2015 tentang Petunjuk Teknis Pengelolaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur.

### 2.3 Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan ini antara lain;

1. Air Sungai

Air sungai biasanya menjadi sumber air baku bagi wilayah perkotaan. Namun dalam penggunaannya perlu diolah mengingat bahwa air sungai mengalami pengotoran yang tinggi. Di Surabaya sendiri air sungai yang berpotensi menjadi air baku antara lain:

- Kali Surabaya

Kali Surabaya selama ini digunakan sebagai sumber air baku PDAM Surabaya dan Gresik. Berikut data debit Kali Surabaya di DAM Mlirip

Tabel 2.1 Debit Kali Surabaya

TAHUN PENGUKURAN	DEBIT MINIMUM		DEBIT RATA2		DEBIT MAKSIMUM	
	BULAN	DEBIT (M3/DET)	BULAN	DEBIT (M3/DET)	BULAN	DEBIT (M3/DET)
2007	Okt	18.31		21.96	Des	27.30
2008	Agt	17.62		22.67	Apr	33.01
2009	Jan	16.48		21.20	Jun	26.69
2010	Peb	19.72		27.05	Sep	34.17
2011	Okt	20.22		28.48	Mei	37.17

Sumber : PT Jasa Tirta I

- Kali Brantas  
Panjang Kali Brantas di Jawa Timur mencapai 320 km. Untuk daerah aliran dari Kali Brantas terletak antara 110° 59" BT dan 112° 44" BT sekitar 7° 11 "LS dan 8° 12" LS dengan luas DAS sekitar 12.000 km<sup>2</sup>.
- 2. Air Rawa  
Air rawa biasanya mengandung bahan organik yang telah membusuk.
- 3. Boezem  
Boezem yang ada di Surabaya berjumlah lima antara lain Morokrembangan yang berjumlah dua boezem yang terletak di utara dan selatan, yang kedua dibangun di Kedurus dukuh, boezem ketiga dioperasikan PT. SIER.

## 2.4 Air Tanah

Air tanah di Surabaya dibagi menjadi lima antara lain;

- Wilayah Potensi Air Tanah Tawar Potensi Sedang  
Wilayah ini terletak pada dataran alluvial, yang sebagian besar pada daerah ini merupakan kawasan industri dan sudah terintrusi oleh air laut. Daerah ini termasuk wilayah pengambilan air tanah intensif untuk dikembangkan terbatas untuk kebutuhan air minum untuk kegiatan jasa atau pemukiman, tidak disarankan untuk dikembangkan untuk kegiatan yang memerlukan air tanah cukup besar.
- Wilayah Potensi Air Tanah Tawar Potensi Rendah  
Daerah dengan kondisi seperti ini dibedakan menjadi dua wilayah, yaitu:
  - Wilayah air tawar dengan potensi rendah terletak di daerah perbukitan. Apabila dilihat pada peta kontur air tanah dan peta Hidrogeologi daerah tersebut merupakan daerah *recharge area* (umpan air tanah) untuk Kota Surabaya, daerah tersebut tersusun atas material lempung yang bercampur dengan material gunung api yang nilai keterusannya sangat besar. Wilayah sesuai untuk daerah konservasi air tanah, sehingga pengambilan air tanah disarankan pada daerah lereng perbukitan dengan persyaratan membuat sumur resapan.

➤ Wilayah air tawar dengan potensi rendah terletak di daerah dataran. Rendahnya debit air tanah, maka disarankan pemanfaatannya untuk kebutuhan air minum rumah tangga atau sesuai untuk pengembangan pemukiman.

- Wilayah Air Tanah Agak Payau / Agak Asin Potensi Sedang

Air tanah pada daerah ini sudah terintrusi oleh air laut, yang disebabkan oleh pemompaan yang melebihi debit air tanah yang mengalir pada daerah tersebut. Pengambilan air tanah juga perlu pengendalian, agar daerah ini tidak menjadi payau.

- Wilayah Air Tanah Agak Payau / Agak Asin Potensi Rendah

Wilayah ini terletak pada lereng perbukitan. Hal ini menunjukkan bahwa intrusi air laut sudah menyebar pada sebagian daerah recharge area, sehingga perlu adanya pengendalian pemompaan air tanah pada daerah tersebut. Daerah ini pemanfaatan air tanahnya sesuai untuk kebutuhan rumah tangga kecuali untuk air minum.

- Wilayah Air Tanah Payau / Asin

Air tanah pada daerah tersebut berasa asin/payau, sehingga tidak layak untuk digunakan keperluan air minum. Penggunaan air tanah ini terbatas pada keperluan yang tidak memerlukan persyaratan.

## 2.5 Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dari permukaan tanah. berdasar keluarnya terbagi atas rembesan (air keluar dari lereng) dan umbul (air keluar ke permukaan daratan). Berdasarkan keberadaan air tanah di dalam tanah/ batuan, maka lapisan tanah/ batuan dapat digolongkan menjadi:

- *Aquifer*: tanah/ batuan yang mampu menyimpan air dan mengalirkan air yang berada di dalamnya (contoh: pasir dan kerikil)
- *Aquitard*: tanah/ batuan yang mengandung air namun air tersebut mengalir dengan sangat lambat (contoh: *silt*)

- *Aquiclude*: tanah/ batuan yang mengandung air namun air yang terdapat di dalamnya tidak dapat mengalir
- *Aquifuge*: tanah/ batuan yang tidak dapat ditembus air dan tidak mengandung air di dalamnya (contoh: batu granit, marmer).

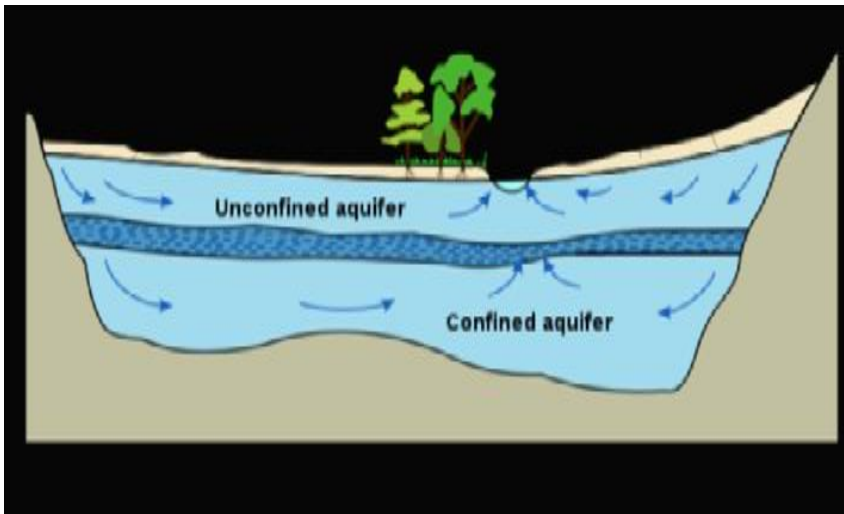
Lapisan tanah yang berpotensi sebagai sumber air tanah adalah *aquifer*. Beberapa jenis *aquifer* yang ada, yaitu:

- *Confined aquifer* (akuifer terkekang): *aquifer* yang terletak di antara 2 lapisan kedap air. Tekanan pada air tanah disebut *piezometric head/potentiometric surface*. Tekanan ini merupakan suatu permukaan imajiner yang menunjukkan level tekanan air di dalam *aquifer*.
- *Unconfined aquifer*: *aquifer* yang pada sisi bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air dan di sisi atasnya tidak terdapat lapisan kedap air serta mempunyai permukaan air tanah. Tekanan pada permukaan air tanah merupakan tekanan atmosfer lokal.
- *Semi-confined aquifer*: *aquifer* yang dibatasi oleh lapisan semi-kedap (*aquitard*), sehingga air yang berada di atas dari lapisan semi-kedap masih dapat mengalir ke dalam *aquifer* tersebut.
- *Perched aquifer*: *aquifer* yang terletak di atas muka air tanah, berupa cekungan dengan luas terbatas, yang menampung air tanah.
- *Aquifer* yang berupa batuan retak/ celah batuan, dimana air tanah meresap ke dalamnya dan tersimpan sebagai cadangan air yang cukup berlimpah.

## 2.6 Air Laut

Air laut dengan jumlah 97,5% dari keseluruhan total air masih perlu dilakukan pengolahan agar dapat dikonsumsi. Kandungan garam dalam air laut menyebabkan perlunya pengolahan khusus agar ia dapat dikonsumsi oleh masyarakat (Sisca, 2009). Untuk mengetahui wilayah pesisir pantai kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 2.3





**Gambar 2.4 Unconfined Aquifer dan Confined Aquifer**

## 2.7 Proyeksi Penduduk

Didalam perencanaan sistem penyediaan air minum, data jumlah penduduk dibutuhkan untuk memperkirakan kuantitas air yang dibutuhkan dalam satu waktu. Oleh karena itu dalam perencanaan sistem penyediaan air minum harus dilakukan proyeksi penduduk untuk memastikan kuantitas air yang dibutuhkan. Berikut ini adalah beberapa metode yang digunakan dalam melakukan proyeksi penduduk :

### a. Metode Rata-Rata Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah (Mangkoedihardjo, 1985) :

$$P_n = P_o (1 + r \cdot dn)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun

$dn$  = kurun waktu proyeksi

**b. Metode Berganda (Geometri)**

Metode ini memperhatikan adanya kemungkinan terjadi suatu perubahan jumlah penduduk, dimana setelah perubahan itu akan terjadi suatu keadaan yang cenderung tetap. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah (Mangkoedihardjo, 1985):

$$P_n = P_o (1 + r)^{d_n}$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  = rata-rata prosentase tambahan penduduk/tahun.

$d_n$  = kurun waktu proyeksi

**c. Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*)**

Metode ini digunakan untuk suatu wilayah dengan perkembangan penduduk masa lampau yang konstan, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah (Mangkoedihardjo, 1985) :

$$P_n = a + b N$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$N$  = selisih tahun proyeksi

Adapun nilai  $a$  dan  $b$  didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$a = \{(\sum p)(\sum N^2) - (\sum N)(\sum p.N)\} / \{n(\sum N^2) - (\sum N)^2\}$$

$$b = \{n(\sum p.N) - (\sum N)(\sum p)\} / \{n(\sum N^2) - (\sum N)^2\}$$

Dimana :  $n$  = jumlah data

Pemilihan metode yang tepat dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan koefisien korelasi ( $r$ ), dimana semakin mendekati angka 1 suatu nilai koefisien korelasi, maka semakin akurat metode yang dipilih. Koefisien korelasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :



$$r = \frac{n(\sum x.y) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0.5}}$$

Dimana :        n = jumlah data

Untuk metode aritmatik :

x = urutan data mulai dari angka 0

y = selisih jumlah penduduk tiap tahun

Untuk metode geometri :

x = urutan data mulai dari angka 1

y = ln (jumlah penduduk)

Untuk metode least square :

x = urutan data mulai dari angka 1

y = jumlah penduduk

## 2.8 Kebutuhan Air

Kebutuhan air suatu wilayah perencanaan adalah sejumlah air yang dibutuhkan dengan memperhitungkan adanya kebocoran dalam distribusi. Adapun prinsip dari penentuan kebutuhan air ini bergantung pada kuantitas, kualitas, kontinyuitas, harga air, dan pola dan tingkat kehidupan penduduk dalam suatu wilayah. Kebutuhan air juga dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik (Mangkoedihardjo, 1985).

### 1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik dapat diketahui dari data penduduk yang ada. Kebiasaan dan pola hidup serta tingkat hidup yang didukung perkembangan sosial ekonomi memberi kecenderungan meningkatkan kebutuhan air dasar. Terdapat 2 jenis pelayanan sistem penyediaan air minum yang memberikan pengaruh terhadap konsumsi air, antara lain :

#### 1. Fasilitas Perpipaan yang meliputi :

##### a. Sambungan Rumah (SR)

Pelayanan sambungan rumah berupa kran disediakan sampai dalam rumah atau bangunan

##### b. Sambungan Kran Umum (KU)

Bak air yang dipakai bersama oleh sekelompok rumah atau bangunan.

2. Fasilitas Non-Perpipaan, yang meliputi sumur umum, mobil air, dan mata air.

Berikut ini merupakan tabel kebutuhan air domestik menurut P.U. Cipta Karya dan P3KT (PELITA V) :

Tabel 2.3 Konsumsi Air Domestik P.U. Cipta Karya

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk(orang)	Penyediaan Air		Kehilangan
			SR (Liter/org.hari)	HU (Liter/org.hari)	
1	Metropolitan	>1.000.000	190	30	20%
2	Besar	500.000-1.000.000	170	30	20%
3	Sedang	100.000-500.000	150	30	20%
4	Kecil	20.000-100.000	130	30	20%
5	IKK	< 20.000	100	30	20%

*Sumber: PU Cipta Karya untuk PELITA V*

Tabel 2.4 Konsumsi Air Domestik Berdasarkan P3KT

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Penyediaan air		Kehilangan air
			SR (Liter/org.hari)	KU (Liter/org.hari)	
1	Metropolitan	>1.000.000	120	30	15-25%
2	Besar	500.000-1.000.000	100	30	15-25%
3	Sedang	100.000-500.000	90	30	15-25%
4	Kecil	20.000-100.000	60	30	15-25%
5	IKK	3.000-20.000	45	30	15-25%
6	Sub IKK	<20.000	30	30	15-25%

*Sumber : P3KT*

## 2. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan dasar air non domestik ditentukan oleh banyaknya fasilitas-fasilitas umum yang terdapat di wilayah perencanaan. Fasilitas-fasilitas tersebut dapat berupa :

- Perkantoran (pemerintah dan swasta)

- Pendidikan (TK, SD, SMP, SMA, dan Perguruan Tinggi)
- Tempat-tempat ibadah (masjid, gereja, dll)
- Kesehatan (Rumah Sakit, Puskesmas, dll)
- Komersial (Toko, Hotel, Bioskop, dll)
- Umum (Terminal, Pasar, dll)
- Industri

Adapun ketentuan mengenai kebutuhan air non domestik dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.5 Kategori Kebutuhan Air Fasilitas Umum

Kategori	Kebutuhan Air
Umum:	
Masjid	20 – 40 l/org.hr
Gereja	5 – 15 l/org.hr
Terminal	15 – 20 l/org.hr
Sekolah	15 – 30 l/org.hr
Rumah Sakit	220 – 300 l/org.hr
Kantor	25 – 40 l/org.hr
Industri:	
Peternakan	10 – 35 l/org.hr
Industri Umum	40 – 400 l/org.hr
Komersial:	
Bioskop	10 – 15 l/org.hr
Hotel	80 – 120 l/org.hr
Pasar	65 – 90 l/org.hr
Pertokoan	5 l/org.hr

*Sumber : Standar PPPKT*

## 2.9 Definisi AHP

Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) adalah metode sistem pengambilan keputusan yang menggunakan beberapa variabel dengan proses analisis bertingkat. Analisis

dilakukan dengan memberi nilai prioritas dari tiap-tiap variabel, kemudian melakukan perbandingan berpasang-pasangan dari variable dan alternatif yang ada (Saaty, 1993).

Beberapa kelebihan metode AHP ini antara lain :

1. Struktur yang hierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai pada subsubkriteria yang paling dalam
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai alternatif yang dipilih oleh para ahli
3. Memperhitungkan data tahan atau ketahanan output analisis sensibilitas pengambilan keputusan.

Hal terpenting dari AHP terletak pada penilaian perbandingan berpasangan, yaitu penilaian antar faktor pada tiap hierarki. Perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan kriteria.

Tahap pendekatan AHP :

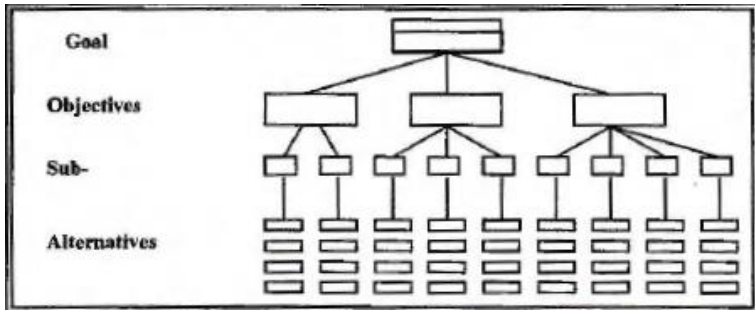
2. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan
3. Membuat struktur hierarki yang diawali tujuan utama
4. Membuat matriks perbandingan berpasangan
5. Mendefinisikan perbandingan berpasangan

Prinsip Kerja AHP

Prinsip kerja dari metode ini yaitu menyederhanakan suatu persoalan yang tidak terstruktur menjadi tatanan dalam suatu hierarki kemudian memberi nilai dari tiap tingkat kepentingan secara subjektif tentang artipenting variabel tersebut. Dari pertimbangan tersebut dilakukan sintesa untuk penetapan alternatif yang memiliki prioritas tinggi dan mempengaruhi hasil sistem tersebut (Marimin, 2004).

Menurut Suryadi dan Ramdhani (2000) mengemukakan bahwa pada dasarnya langkah- langkah dalam metode AHP diuraikan sebagai berikut:

1. Penyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi.
2. Penilaian kriteria dan alternatif  
Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty(1988) skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik mengekspresikan pendapat.



**Gambar 2.5 Penyusunan Hierarki Metode AHP**

**Tabel 2.6 Skala Kepentingan Perbandingan Berpasangan**

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

3. Penentuan prioritas  
Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan-tahapan berikut:
  - a. Kuadratkan matriks hasil perbandingan berpasangan.
  - b. Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian lakukan normalisasi matriks.

4. Konsistensi Logis  
Elemen dikelompokkan secara logis dan diperingatkan secara konsisten sesuai kriteria yang logis. Matriks bobot diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan cardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & ramadhani, 1998) :

Hubungan kardinal :  $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal :  $A_i > A_j$  ,  $A_j > A_k$  ,  $A_i > A_k$

Hubungan diatas dapat dilihat dari dua hal sebagai berikut:

- a. Dengan melihat preferensi multiplikatif, misal jika anggur lebih enak empat kali dari manggu dan manga lebih enak

dua kali dari pisang maka anggur lebih enak delapan kali dari pisang.

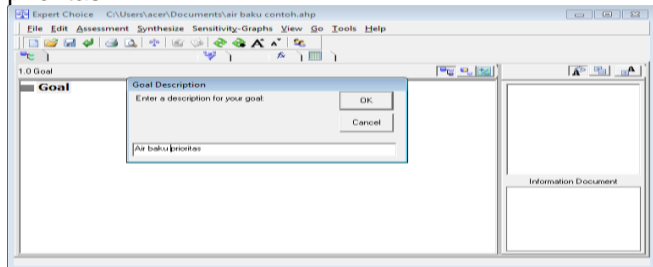
- b. Dengan melihat preferensi transitif, misal anggur lebih enak dari mangag dan mangga lebih enak dari pisang maka anggur lebih enak dari pisang.

## 2.10 Software Expert choice

Software ini terkait dengan metode AHP yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty AHP masuk dalam rumpun decision modeling yang selalu dimulai dari permasalahan kemudian menurunkan alternatif keputusan dan mengambil pilihan alternatif terbaik. Identifikasi permasalahan menurunkan alternatif dari mengidentifikasi decision dan kriteria.

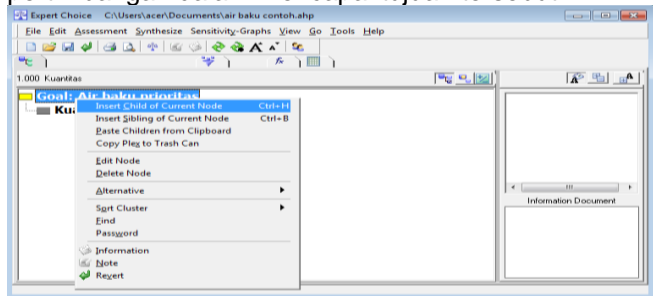
Pengoperasian software Expert choice dapat dilihat melalui langkah-langkah berikut:

1. Pertama-tama tentukan tujuan (*goal*) yang akan dicapai dari penggunaan software ini . Misal : air baku prioritas



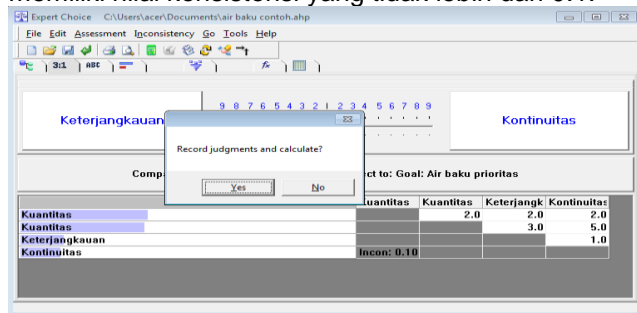
**Gambar 2.6 Penentuan Tujuan Penelitian**

2. Setelah itu tentukan kriteria yang dijadikan pertimbangan dalam mencapai tujuan tersebut.



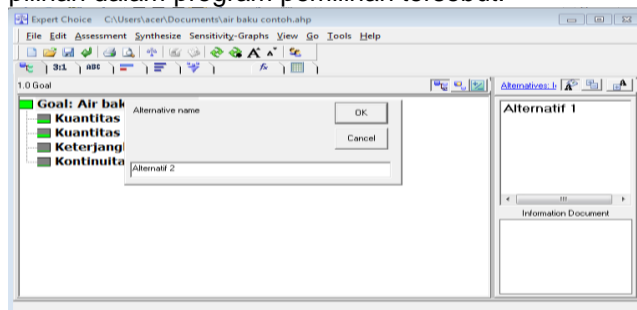
**Gambar 2.7 Penentuan Kriteria Penelitian**

- Setelah itu dilakukan pembobotan dari kriteria yang telah ditetapkan. Untuk pembobotan diusahakan memiliki nilai konsistensi yang tidak lebih dari 0.1.



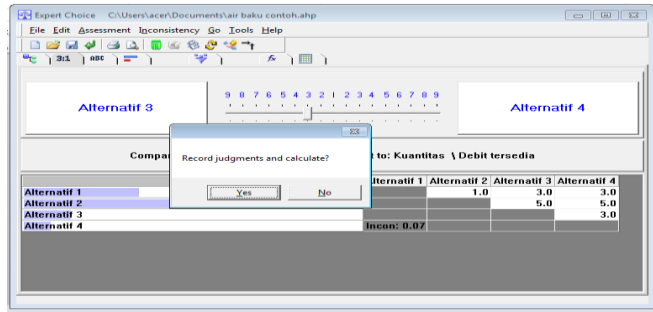
**Gambar 2.8 Pembobotan nilai kriteria**

- Setelah itu tentukan alternatif yang nantinya dijadikan pilihan dalam program pemilihan tersebut.



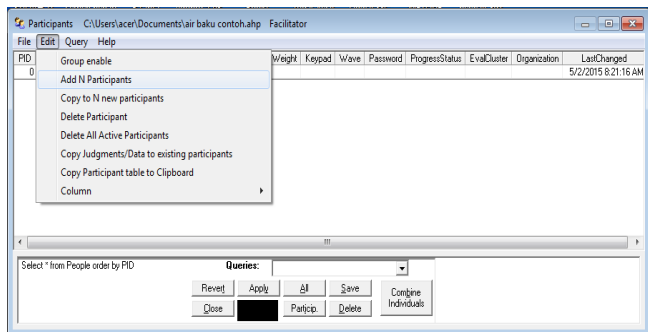
**Gambar 2.9 Penentuan Alternatif**

- Setelah itu dari setiap kriteria yang telah ditentukan dilakukan pembobotan atau perbandingan berpasangan antar alternatif

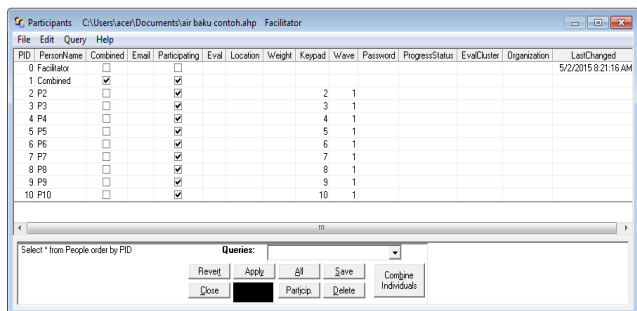


**Gambar 2.10 Pemboobtan Alternatif berdasar Kriteria**

6. Apabila expert lebih dari satu, maka dapat ditambahkan melalui ikon participants



**Gambar 2.11 Penentuan Jumlah Resonden**



**Gambar 2.12 Jumlah Responden**



7. Setelah itu didapat hasil kombinasi dari seluruh expert.

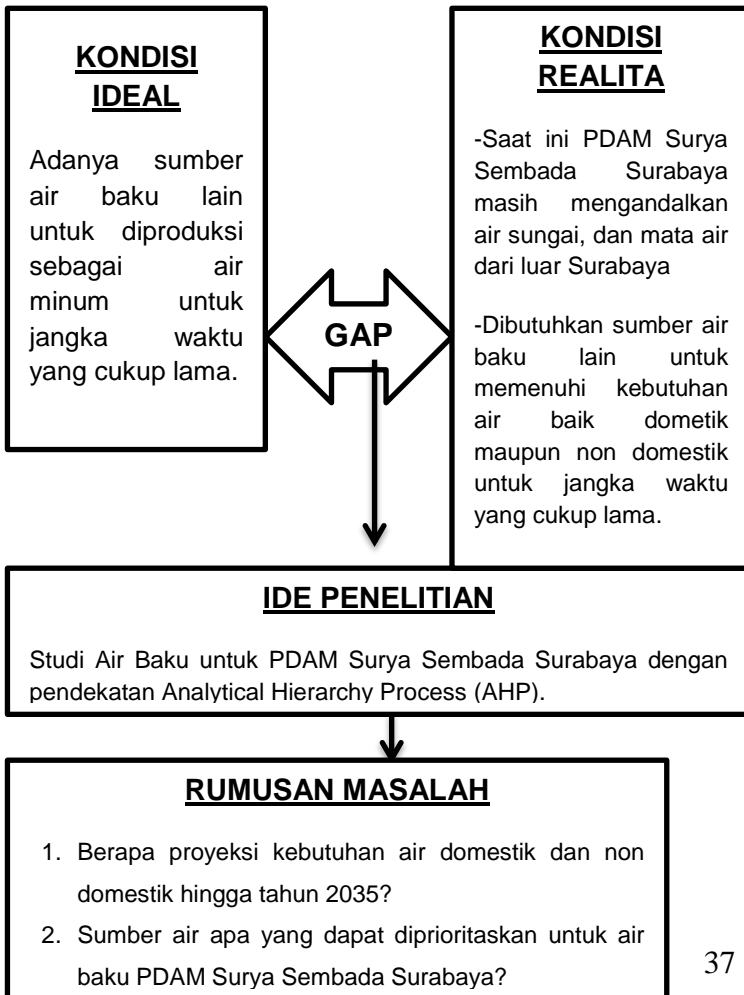
Untuk inkonsistensi yang diatur dalam metode analytical Hierarchy Process ini juga berlaku pada software Expert choice yaitu tidak melebihi 10%. Namun terkadang, untuk tiap penilaian yang dilakukan oleh expert/respoden memiliki inkonsistensi melebihi 10% karena mungkin dilakukan secara random dan perlu direvisi. Untuk melakukan revisi penilaian dapat dimulai dengan menyusun matriks rasio prioritas  $w_i/w_j$  dan membuat matriks selisih absolut  $a_{ij} - w_i/w_j$  dan berusaha merevisi penilaian pada elemen dengan selisih terbesar. Dalam hal ini tidak perlu diperhatikan kenyataan bahwa  $w_i/w_j$  dapat lebih besar dari 9.

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Penelitian

Kerangka Penelitian merupakan rangkaian penelitian yang akan dilakukan untuk mempermudah proses pengerjaan penelitian dan dapat mencapai tujuan yang telah di rencanakan. Kerangka tahap penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1





### **TUJUAN PENELITIAN**

1. Mengetahui kondisi eksisting pelayanan air minum kota Surabaya
2. Menghitung proyeksi kebutuhan air domestik maupun non domestik di Kota Surabaya hingga tahun 2035.
3. Mengetahui potensi sumber air baku
4. Menentukan prioritas air baku untuk PDAM Surya Sembada Surabaya dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). y *Process* (AHP).



### **STUDI LITERATUR**

- Peraturan tentang pembagian kelas air sungai
- Kualitas air tanah dan teknologi pengolahannya
- Kualitas air laut dan teknologi pengolahannya
- Kualitas mata air dan teknologi pengolahannya
- Pengoperasian software *Expert Choice* dan metode AHP



## **PENGUMPULAN DATA**

### **Data Primer:**

- Responden dari para Expert yang terdiri dari pihak PDAM Surya Sembada Surabaya, Instansi pemerintah, dan Pakar air Minum. Masing-masing akan diwakilkan dua orang dari tiap pihak

### **Data Sekunder:**

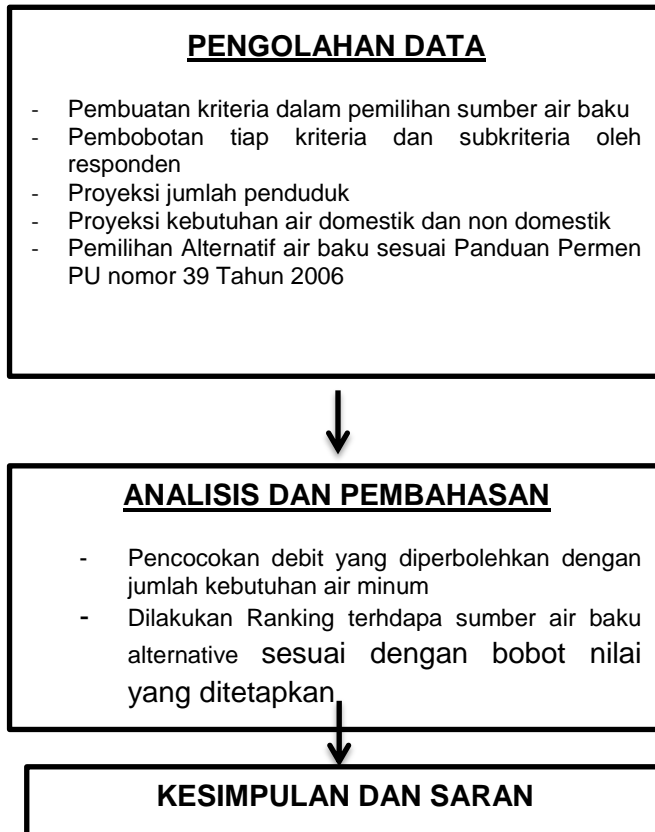
- Kondisi pelayanan PDAM Surya Sembada Surabaya
- Debit pemakaian rata-rata non domestik
- Kualitas dari sumber air baku
- Debit pengambilan air yang di perbolehkan dari air sungai
- Jumlah penduduk kota Surabaya sepuluh tahun terakhir



## **STUDI LITERATUR**

- Peraturan tentang pembagian kelas air sungai
- Kualitas air tanah dan teknologi pengolahannya
- Kualitas air laut dan teknologi pengolahannya
- Kualitas mata air dan teknologi pengolahannya
- Pengoperasian software *Expert Choice* dan metode AHP





***Gambar 3. 1 Kerangka Tahapan Penelitian***

### **3.2. Tahapan Penelitian**

#### **3.2.1 Ide Penelitian**

Ide permasalahan ini dilatar belakangi karena diperkirakan pada tahun 2030 kota Surabaya akan kekurangan air baku untuk produksi air minum. Disamping itu mata air dari luar kota Surabaya masih belum memberi pasokan air baku secara maksimal dan kondisi kali Surabaya yang selama ini digunakan sebagai sumber air baku juga

digunakan untuk irigasi sedangkan pertumbuhan kebutuhan air minum meningkat seiring makin tumbuhnya jumlah penduduk dan industri memaksa PDAM Surya Sembada Surabaya mencari sumber air baku lain. Maka dari itu dibutuhkan penelitian untuk memilih sumber air baku lain. Penentuan sumber air baku yang akan dipilih akan dilakukan dengan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

### **3.2.2. Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian**

Dari ide tersebut, kemudian ditentukan rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini. Setelah itu ditentukan tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini sebagai upaya memberi alternatif terbaik dalam pemilihan sumber air baku yang dapat digunakan dalam jangka waktu lama.

### **3.2.3. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan guna mendapat dasar teori dalam penelitian ini. Studi literatur yang digunakan bersumber dari jurnal penelitian, tugas akhir sebelumnya, buku teks, artikel penelitian, peraturan dan lain-lain. Literatur yang digunakan terkait kebijakan pemerintah yang berkaitan dengan alternatif air baku, metode proyeksi, kualitas dari tiap alternatif air baku, metode AHP, software Expert Choice, dan kebutuhan air domestik maupun non domestik.

### **3.2.4. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data diperlukan guna menunjang penelitian ini. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat langsung melalui dari responden yang terdiri dari perwakilan pihak PDAM Surya Sembada Surabaya, Instansi pemerintah, dan pakar air minum. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti PDAM Surya Sembada Surabaya, BPS dan PU bagian satuan kerja air minum.

- Data Primer yang diperlukan antara lain:

- Pembobotan untuk kriteria dan subkriteria pemilihan sumber air baku.
- Data Sekunder yang diperlukan antara lain:
  - Jumlah penduduk sepuluh tahun terakhir didapat dari Badan Pusat Statistik.  
Data ini digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk dua puluh tahun ke depan.
  - Kondisi pelayanan air bersih kota Surabaya yang didapat dari PDAM Surya Sembada Surabaya.  
Data ini digunakan mengetahui kondisi eksisting pelayanan air bersih yang ada di kota Surabaya.
  - Debit pemakaian rata-rata non domestik didapat dari PDAM Surya Sembada Surabaya.  
Untuk memperhitungkan proyeksi kebutuhan air bersih non domestik hingga tahun 2035.
  - Kualitas sumber air baku didapat dari Dinas Pekerjaan Umum bagian Pengelolaan Sumber Daya Air.  
Sebagai referensi bagi responden untuk pembobotan kriteria dan subkriteria.

### 3.2.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data primer dan sekunder terkumpul. Pengolahan data dilakukan dengan memproyeksikan jumlah penduduk untuk dua puluh tahun ke depan yaitu hingga tahun 2035. Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan tiga metode yaitu aritmatika, geometri, dan least square. Dari ketiga metode tersebut dipilih nilai korelasi ( $r$ ) yang mendekati nilai 1. Setelah itu dilakukan perhitungan mengenai jumlah kebutuhan air minum baik dari sektor domestik maupun non domestik. Untuk sektor domestik dihitung dengan mengkalikan jumlah penduduk tiap tahun nya dengan prosentase pelayanan kemudian dikalikan dengan kebutuhan air perorangnya sehingga didapatkan pemakaian rata-rata air bersih ditahun tersebut. Untuk sektor non domestik, jumlah fasilitas umum juga dilakukan proyeksi dengan cara yang sama, kemudian setelah itu untuk mengetahui kebutuhan air non domestik digunakan debit rata-rata pemakaian air dari tiap jenis



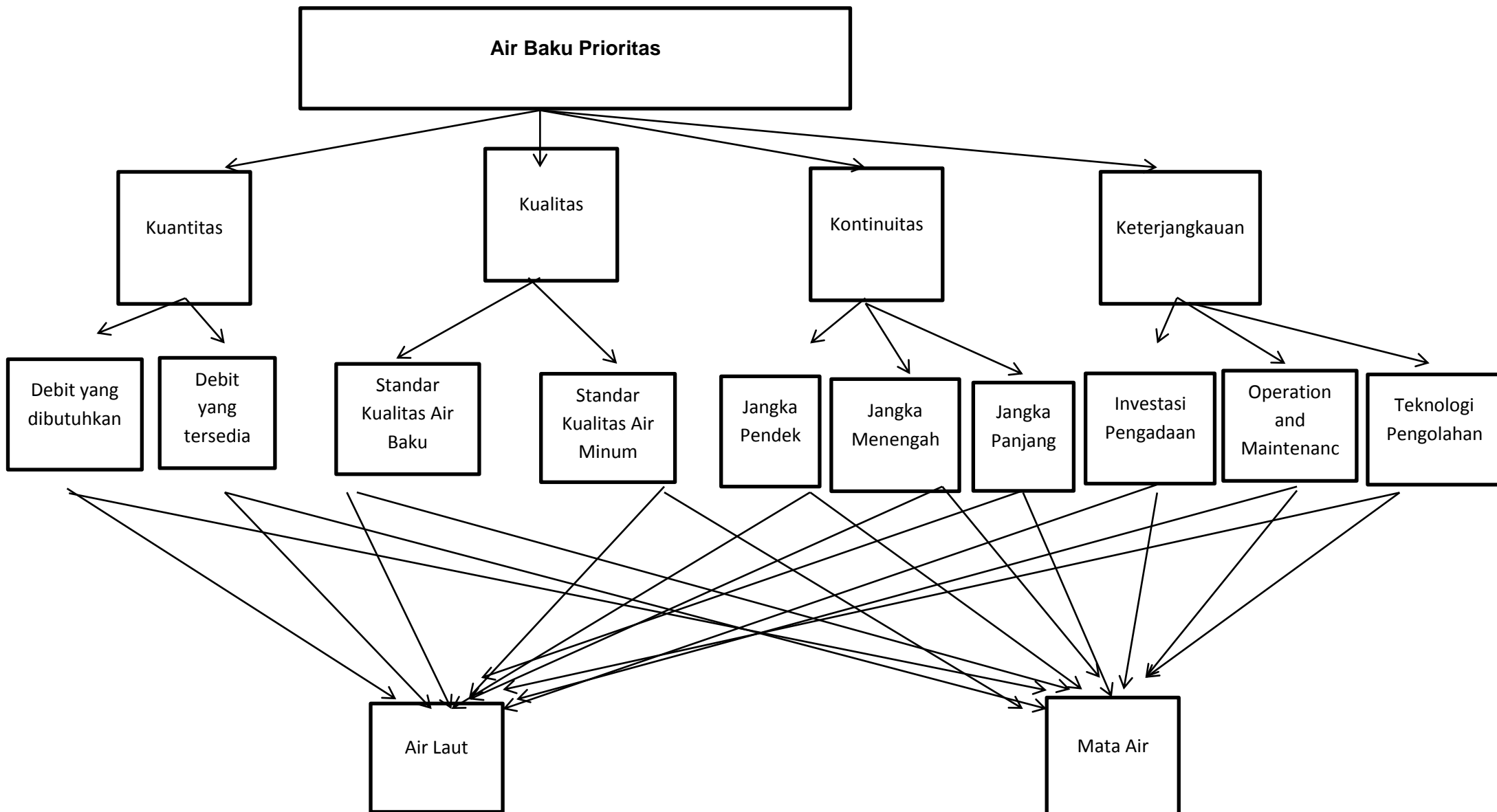
fasilitas umum yang didapat dari PDAM Surya Sembada Surabaya kemudian dari hasil debit rata-rata tersebut dikalikan dengan jumlah fasilitas umum yang sejenis.

Setelah mengolah data kebutuhan air bersih tersebut, dilakukan pembuatan kriteria dan subkriteria untuk memilih alternatif sumber air baku. Namun sebelumnya perlu dilakukan analisis terlebih dahulu untuk menentukan alternatif sumber air baku yang dapat digunakan untuk jangka waktu dua puluh tahun ke depan. Analisis dilakukan dengan panduan Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 47 tahun 2015 Tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur serta analisis yang tertera pada Dokumen RISPAM 2014. Analisis dilakukan dengan mencocokkan hasil proyeksi kebutuhan air bersih dengan debit yang dapat dipasok dari beberapa sumber air baku yang ada. Dari analisis tersebut didapatkan hasil proyeksi kebutuhan air minum sementara untuk tahun 2035 yaitu mencapai 14.797 liter/detik. Sedangkan dari data yang didapatkan bahwa beberapa sumber air baku yang ada di Surabaya meliputi Kali Surabaya yang memiliki debit rata-rata 26,27 m<sup>3</sup>/detik(RISPAM,2014), Sungai Bengawan Solo yang memiliki debit 4000 liter/detik namun lokasi yang jauh dan kontinuitas yang tidak terjaga dan Air laut yang memiliki debit yang tak terbatas. Maka, berdasarkan hasil analisis tersebut ditetapkan alternatif sumber air baku yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu air laut, dan mata air. Setelah itu dilakukan wawancara terhadap responden dengan menggunakan kuisioner. Responden yang dipilih merupakan perwakilan dari PDAM Surya Sembada Surabaya, pakar air minum, dan Instansi pemerintahan. Dari tiap perwakilan dipilih tiga orang. Berikut responden yang dipilih dari penelitian ini:

1. Supervisor bagian Produksi PDAM Surya Sembada Surabaya
2. Manajer Pengendalian Proses PDAM Surya Sembada Surabaya
3. Supervisor Litbang PDAM Surya Sembada Surabaya
4. Dosen Teknik Lingkungan
5. Dosen Teknik Lingkungan
6. Dosen Teknik Lingkungan

7. Dinas Pekerjaan Umum Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur bagian Bina Manfaat.

Kuisiner diberikan ke tiap-tiap responden guna melakukan pembobotan nilai. Pembobotan nilai dimulai dengan membobotkan kriteria yang ada. Setelah itu dilakukan pembobotan subkriteria dari masing-masing kriteria. Setelah didapat bobot nilai dari kriteria dan subkriteria, maka untuk tiap alternative yang sudah disediakan dilakukan pembobotan pula dengan membandingkan secara berpasngan dengan alternative dari tiap-tiap sub kriteria. Setelah itu data dimasukkan ke software Expert Choice 11 untuk dilihat hasilnya. Inkonsistensi untuk tiap pembobotan dari masing-masing perbandingan berpasangan tidak boleh lebih dari 0.1. Setelah itu didapatkan tampak grafik hasil prioritas. Hierarki yang digunakan dalam pengolahan data dengan software Expert Choice dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2 Hierarki Aspek Teknis**

1. Kuantitas
  - Debit yang dibutuhkan :Banyaknya debit yang dapat dibutuhkan PDAM Surya Sembada Surabaya.
  - Debit tersedia :Ketersediaan air di sumber air baku
2. Kualitas
  - Standar Air Baku :Seluruh parameter yang mengatur standar kualitas air baku
  - Standar Air Minum :Seluruh parameter yang mengatur standar kualitas dari air minum yang layak konsumsi
3. Kontinuitas
  - Jangka Pendek :Kemampuan sumber air baku untuk menyuplai air dalam 5 tahun kedepan
  - Jangka Menengah :Kemampuan sumber air baku untuk menyuplai air dalam 10 tahun kedepan
  - Jangka Panjang :Kemampuan sumber air baku untuk menyuplai air dalam 15 sampai 20 tahun kedepan
4. Keterjangkauan
  - Investasi Pengadaan :Besarnya biaya investasi pembangunan instalasi pengolahan air untuk mengolah air baku menjadi air minum.
  - Operation and Maintenance :Besarnya biaya operasioanal dan perawatan instalasi pengolahan air untuk mengolah air baku menjadi air minum.
  - Teknologi Pengolahan :Ketersediaan dan kemudahan teknologi pengolahan air baku menjadi air minum.

### 3.2.1 Analisis Pembahasan

Setelah pengolahan data dilakukan analisa terhadap data yang ada. Analisa dilakukan dengan membandingkan hasil proyeksi kebutuhan air bersih baik sektor domestik dan non domestik dengan hasil bobot dari masing-masing alternatif sumber air baku. Setelah itu dilakukan pula perbandingan dengan kebijakan pemerintah pusat ataupun pemerintah daerah terkait sumber air baku yang terpilih. Kebijakan yang

perlu diperiksa terkait dengan kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan di awal.

### 3.2.2 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapat dari hasil analisis dan pembahasan data penelitian yang dilakukan sehingga diperoleh alternatif terbaik untuk pemilihan sumber mata air yang memiliki nilai kriteria dan sub kriteria paling tinggi.

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Kualitas Air Laut Sebagai Sumber Air Baku

Pada penelitian milik Nurul latifa Hanna dengan judul Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif Penyediaan Air Minum Kota Surabaya Tahun 2016, disebutkan bahwa lokasi sampling air laut yang akan dites kualitasnya dan sebagai representasi lokasi rencana pengambilan sumber air baku yaitu terletak pada jarak 70 m dari garis Pantai Kenjeran Lama yang diambil saat kondisi surut dengan kedalaman kurang lebih 50 cm dari permukaan. Dari hasil analisis didapatkan hasil kualitas air laut yaitu pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Analisis Kualitas Air Laut Pantai Kenjeran.

No	Parameter	Hasil Uji
1	pH	7,78
2	Suhu	31C
3	Kekeruhan	12 NTU
4	TDS	33960 mg/L
5	Salinitas	23,9 0/00
6	Total Organic Compound (TOC)	0,387 mg/L
7	Klorin	21%
8	Kadmium	0,0014 ppm
9	Timbal	1,287 ppm

Lokasi pengambilan ini dapat digunakan sebagai referensi maupun alternatif sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan sumber air baku bila terpilih sebagai sumber air prioritas pada hasil penelitian ini. Adapun alternatif teknologi yang ditawarkan yaitu MSF, RO, dan EDI. Teknologi yang dipilih nantinya berdasarkan tingkat efisiensi dari beberapa aspek yang meliputi antara lain kebutuhan lahan, kualitas produksi, energy listrik yang dibutuhkan dan biaya produksi. Sistem pemilihannya

dengan memberikan nilai. Diberikan nilai terendah yaitu 5, nilai sedang adalah 15, dan nilai tertinggi adalah 30. Poin akan dijumlahkan pada masing-masing alternatif teknologi.

Pada penelitian lain oleh Adi Trisnawati dengan judul Analisis Kualitas dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya pada Tahun 2014, dijelaskan bahwa dalam penelitian tersebut menggunakan beberapa responden dalam penentuan hasil akhir pemilihan alternatif dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process. Untuk mendapat hasil akhir sebelum dimasukkan ke dalam software Expert Choice dilakukan perhitungan rata-rata terlebih dahulu dari hasil perbandingan berpasangan dari tiap-tiap responden. Penghitungan nilai gabungan menggunakan rumus rata-rata ukur sedangkan pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan rata-rata terlebih dahulu tapi langsung dilakukan perhitungan secara otomatis pada software Expert Choice. Hal ini dilakukan karena memiliki proses dan prinsip yang sama pada penelitian yang dilakukan oleh Adi Trisnawati.



#### 4.2 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Seperti yang diketahui saat ini, bahwa kapasitas produksi air dari PDAM Surya Sembada mencapai 10.500 liter/detik. Angka itu hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan air rata-rata harian hingga pada tahun 2014. Maka dari itu diperlukan tambahan pasokan kebutuhan air baku untuk memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2035. Untuk tahun ini dimulai dengan penambahan debit dari air mata Umbulan dengan debit 1000 liter/detik selama dua tahun. Namun menurut dokumen RISPAM 2014, debit tambahan dari mata air Umbulan hanya mampu mencukupi hingga tahun 2018. Maka dari itu perlu tambahan kapasitas lagi dari sumber air baku lainnya. Kemungkinan diperlukan tambahan debit sebesar 1000 liter/detik hingga tahun 2024 dan nantinya ditingkatkan lagi menjadi 2000 liter/detik. Dalam penelitian ini digunakan metode aritmatika, geometri, dan least square. Dari ketiganya diambil nilai  $r$  yang mendekati angka 1. Berikut tabel perhitungan nilai korelasi ( $r$ ) nya.

Tabel 4.2 Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatik				
		selisih tahun data tiap tahun (X)	selisih total data tiap tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2000	2835057	0	0	0	0	0
2001	2958788	1	123731	123731	1	15309438035
2002	2923259	2	-35529	-71058	4	1262312417
2003	3046063	3	122805	368414	9	15080959227
2004	3080820	4	34756	139025	16	1208003629
2005	3134261	5	53441	267205	25	2855948892
2006	3182891	6	48630	291782	36	2364910954
2007	3233761	7	50870	356090	49	2587749704
2008	3314441	8	80680	645438	64	6509224592
2009	3336838	9	22397	201575	81	501636025

Lanjutan Tabel 4.2

2010	3321125	10	-15713	-157132	100	246904593
2011	2868551	11	-452574	4978313	121	204823165453
2012	2922887	12	54336	652026	144	2952346560
2013	2969222	13	46336	602362	169	2146978560
2014	2988491	14	19269	269759	196	371275092
2015	2977774	15	-10717	-160748	225	114843372
2016	3060853	16	83079	1329267	256	6902152769
2017	3098969	17	38116	647972	289	1452828737
<b>Jumlah</b>	<b>15095309</b>	<b>153</b>	<b>263913</b>	<b>527395</b>	<b>1785</b>	<b>266690678612</b>
<b>r</b>						<b>-0.15</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Metode Geometri

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Tiap Tahun dalam LN (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2000	2835057	1	14.86	14.86	1	220.75
2001	2958788	2	14.90	29.80	4	222.02
2002	2923259	3	14.89	44.66	9	221.66
2003	3046063	4	14.93	59.72	16	222.89
2004	3080820	5	14.94	74.70	25	223.22
2005	3134261	6	14.96	89.75	36	223.74
2006	3182891	7	14.97	104.81	49	224.20
2007	3233761	8	14.99	119.91	64	224.67
2008	3314441	9	15.01	135.12	81	225.41
2009	3336838	10	15.02	150.21	100	225.62
2010	3321125	11	15.02	165.17	121	225.47

Lanjutan Tabel 4.3

2011	2868551	12	14.87	178.43	144	221.10
2012	2922887	13	14.89	193.55	169	221.65
2013	2969222	14	14.90	208.65	196	222.12
2014	2988491	15	14.91	223.65	225	222.32
2015	2977774	16	14.91	238.51	256	222.21
2016	3060853	17	14.93	253.88	289	223.03
2017	3098969	18	14.95	269.04	324	223.40
<b>Jumlah</b>	<b>15095309</b>	<b>171</b>	<b>268.85</b>	<b>2554.43</b>	<b>2109</b>	<b>4015.49</b>
<b>R</b>						<b>0.09</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Metode Least Square

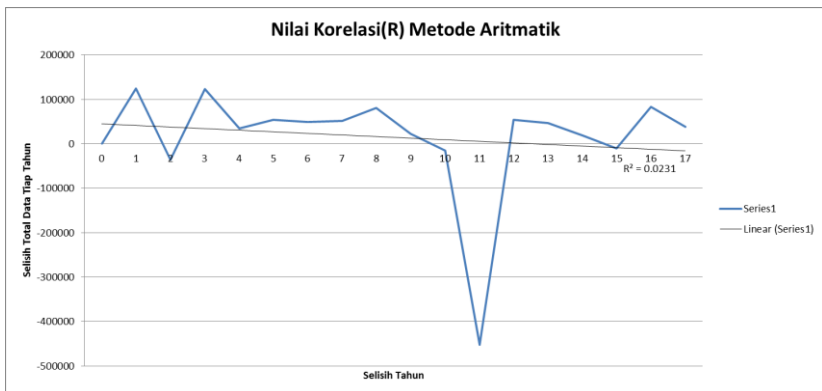
Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Tiap Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2000	2835057	1	2835057	2835057	1	8037545892115
2001	2958788	2	2958788	5917576	4	8754425884799
2002	2923259	3	2923259	8769777	9	8545442431527
2003	3046063	4	3046063	12184254	16	9278502412419
2004	3080820	5	3080820	15404099	25	9491450488619
2005	3134261	6	3134261	18805565	36	9823591101615
2006	3182891	7	3182891	22280238	49	10130796418054
2007	3233761	8	3233761	25870089	64	10457211068601
2008	3314441	9	3314441	29829968	81	10985518474318
2009	3336838	10	3336838	33368381	100	11134488717446
2010	3321125	11	3321125	36532374	121	11029870825158
2011	2868551	12	2868551	34422612	144	8228584839601

Lanjutan Tabel 4.4

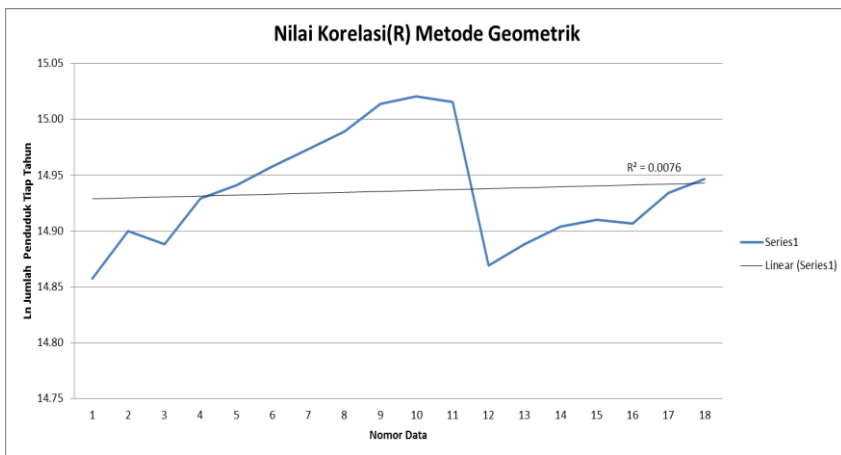
2012	2922887	13	2922887	37997525	169	8543265491882
2013	2969222	14	2969222	41569108	196	8816279285284
2014	2988491	15	2988491	44827358	225	8931075468590
2015	2977774	16	2977774	47644384	256	8867137995076
2016	3060853	17	3060853	52034504	289	9368822286040
2017	3098969	18	3098969	55781445	324	9603610017886
<b>Jumlah</b>	<b>15095308.88</b>	<b>171</b>	<b>1100383</b>	<b>3867662</b>	<b>91</b>	<b>170027619099031</b>
<b>r</b>						<b>0.08</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

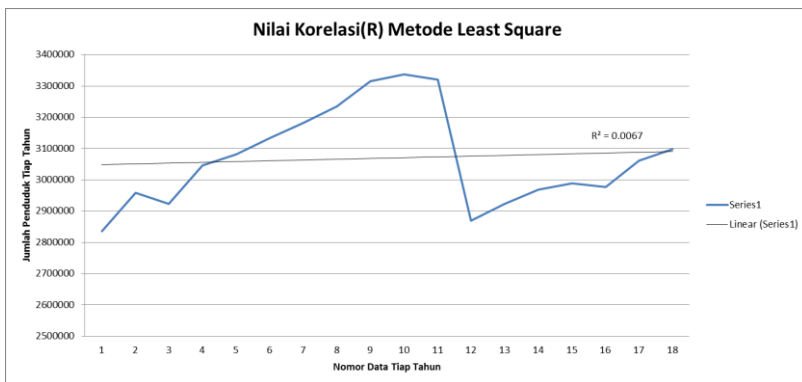
Dari ketiga metode diatas didapatkan nilai r paling besar yaitu dari metode aritmatika dengan r sebesar 0.15, tapi metode aritmatika ini tidak cocok digunakan untuk kota Surabaya yang termasuk kota metropolitan dan lebih cocok untuk kota kecil. Sehingga tersisadua metode lagi yaitu geometrik dan least square. Dari kedua metode tersebut yang memiliki r terbesar yaitu metode geometrik dengan r 0.09 maka dari itu dipilihlah metode geometrik utnuk perhitungan proyeksi penduduk. Di samping itu dapat pula dimasukkan ke dalam grafik untuk data-data di atas untuk mencocokkan nilai r yang di dapat. Berikut gambarnya.



**Gambar 4.1 Grafik Metode Aritmatikan**



**Gambar 4.2 Grafik Metode Geometrik**



**Gambar 4.3 Grafik Metode Least Square**

Tabel 4.5 Rasio Pertumbuhan Penduduk

Tahun	Penduduk	pertumbuhan	r
2000	2835057	0	0%
2001	2958788	123731	4.2%
2002	2923259	-35529	-1.2%
2003	3046063	122805	4.0%
2004	3080820	34756	1.1%
2005	3134261	53441	1.7%
2006	3182891	48630	1.5%
2007	3233761	50870	1.6%
2008	3314441	80680	2.4%
2009	3336838	22397	0.7%
2010	3321125	-15713	-0.5%
2011	2868551	-452574	-15.8%
2012	2922887	54336	1.9%
2013	2969222	46336	1.6%
2014	2988491	19269	0.64%
2015	2977774	-10716.5	-0.36%
2016	3060853	83079.19577	2.71%
2017	3098969	38115.99057	1.23%
rata-rata			0.41%

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah mendapat rasio pertumbuhan penduduknya, maka dihitung proyeksi jumlah penduduknya. Berikut contoh perhitungannya

$$\begin{aligned}
 \sum \text{penduduk 2018} &= \sum \text{penduduk 2017} ((1 + \%r)^{\text{dn}} \\
 &= 3098969((1+0.41\%)^1
 \end{aligned}$$

$$= 3111771$$

Untuk proyeksi fasilitas umum menggunakan rumus

$$\sum P_n = \sum F_n$$

$$\sum P_0 = \sum F_0$$

Contoh perhitungannya yaitu

$$\sum \text{industri 2018} = \frac{(\sum \text{penduduk 2018} \times \sum \text{industri 2017})}{\sum \text{penduduk 2017}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(\sum \text{penduduk 2017})}{\sum \text{penduduk 2017}} \\ &= (3111771 \times 409) / 3098969 \\ &= 410 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah konsumsi dari masing-masing fasilitas umum, didapatkan jumlah fasilitas umum dari tahun 2013 hingga 2016 dan didapatkan pula rata-rata penggunaan airnya setiap tahun. Dari data tersebut didapatkan sebuah rata-rata pemakaian air dari tiap tahunnya yang digunakan sebagai unit konsumsi dari masing-masing fasilitas umum. Berikut perhitungannya

Tabel 4.6 Rata-rata Penggunaan Air

Keterangan	2013	2014	2015	2016
Perumahan(L/org.hari)	230,01	232,56	233,58	237,33
Pemerintah(m <sup>3</sup> /unit.hari)	13,44	13,36	13,30	13,64
Perdagangan(m <sup>3</sup> /unit.hari)	2,29	2,35	2,32	2,34
Industri(m <sup>3</sup> /unit.hari)	12,18	13,05	13,86	14,19
Sosial Umum(m <sup>3</sup> /unit.hari)	3,30	3,20	3,17	3,18
Sosial Khusus(m <sup>3</sup> /unit.hari)	14,05	14,86	14,76	14,61
Pelabuhan(m <sup>3</sup> /unit.hari)	222,18	247,93	226,18	216,94

Sumber: PDAM Surya Sembada Surabaya

Untuk mendapatkan rata-rata penggunaan air dari tiap fasilitas umum, diperlukan perhitungan dari data yang didapat dari PDAM Surya Sembada Surabaya. Data yang didapat dirata-rata dari total penggunaan selama setahun dibagi jumlah pelanggan. Berikut contoh perhitungannya

Penggunaan air industri tahun 2013  
 Total penggunaan air tahun 2013 =  $1738569 \text{ m}^3/\text{Tahun}$   
 Pelanggan industri tahun 2013 = 391  
 Rata-rata penggunaan air =  $1738569/391$   
 =  $12,18 \text{ m}^3/\text{unit}/\text{hari}$

### Menghitung Kebutuhan Air

Setelah itu dihitung kebutuhan air baik dari domestik maupun yang non domestik. Berikut contoh perhitungannya:

Sambungan Rumah

Prosentase pelayanan = 100%  
 Penduduk terlayani 2018 = 3111771 orang  
 Penduduk per sambungan = 4 orang  
 Jumlah sambungan =  $3111771/4$   
 = 777943  
 Unit konsumsi =  $242 \text{ L}/\text{orang.hari}$   
 Pemakaian rata-rata =  $(3111771 \times 242)/86400$   
 =  $8716 \text{ L}/\text{detik}$

Non domestik

Pemerintahan

Jumlah 2018 = 1253  
 Unit Konsumsi =  $14 \text{ m}^3/\text{unit.hari}$   
 Pemakaian rata-rata =  $(1253 \times 14 \times 1000)/86400$   
 =  $198 \text{ L}/\text{detik(a)}$

Perdagangan

Jumlah 2018 = 38003  
 Unit Konsumsi =  $2 \text{ m}^3/\text{unit.hari}$   
 Pemakaian rata-rata =  $(38003 \times 2 \times 1000)/86400$   
 =  $1029 \text{ L}/\text{detik(b)}$

Industri

Jumlah 2018 = 410  
 Unit Konsumsi =  $14 \text{ m}^3/\text{unit.hari}$   
 Pemakaian rata-rata =  $(410 \times 14 \times 1000)/86400$   
 =  $67 \text{ L}/\text{detik(c)}$



Sosial Umum  
 Jumlah 2018 =3834  
 Unit Konsumsi =3m<sup>3</sup>/unit.hari  
 Pemakaian rata-rata =(3834x314x1000)86400  
 =141L/detik(d)

Sosial Khusus  
 Jumlah 2018 =2180  
 Unit Konsumsi =15m<sup>3</sup>/unit.hari  
 Pemakaian rata-rata =(2180x15x1000)86400  
 =368L/detik(e)

Pelabuhan  
 Jumlah 2018 =6  
 Unit Konsumsi =217m<sup>3</sup>/unit.hari  
 Pemakaian rata-rata =(217x6x1000)86400  
 =15L/detik(f)

Q non domestik=(a+b+c+d+e+f)  
 =1820L/detik  
 Q total =Qdomestik+Qnon domestik  
 =8716L/detik+1820L/detik  
 =10535L/detik

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.9. Pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa pada tahun 2018 diprediksi akan mengalami defisit sumber air sebesar 118 Liter/detik. Hal ini terjadi karena perkiraan sumber air baku yang seharusnya dibutuhkan sekitar 11618liter/detik paa tahun 2018, sedangkan menurut PT Jasa Tirta, untuk Kali Surabaya sendiri, jatah pasokan air yang dapat diambil yaitu 10500 Liter/detik dan ditambah air dari mata air sehingga totalnya mencapai 11500 Liter/detik. Maka dari itu perlunya sumber air baku lain untuk menutupi kekurangan air yang diperkirakan akan terjadi pada tahun 2018 tersebut.

***Halaman Ini Sengaja Dikosongkan***

Tabel 4.7 Proyeksi Kebutuhan Air

No	Uraian	Satuan/ Unit	Tahun							
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Jumlah Penduduk	Orang	2969222	2988491	2977774	3060853	3098969	3111771	3124626	3137534
2	Prosentase Pelayanan	%	90.02%	90.05%	91.00%	94.00%	97.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	Penduduk Terlayani	Orang	2672894	2691136	2709774	2877202	3006000	3111771	3124626	3137534
<b>Kebutuhan Domestik</b>										
4	<b>Sambungan Rumah (SR)</b>									
	Prosentase Pelayanan	%	98.85	98.85	98.85	98.85	98.85	100	100	100
	Penduduk Terlayani	Orang	2642155	2660188	2678612	2844114	2971431	3111771	3124626	3137534
	Penduduk per sambungan	Org/SR	4	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah Sambungan	Unit	660539	665047	669653	711029	742858	777943	781157	784384
	Unit Konsumsi	L/org.hari	230	233	234	237	240	242	243	247
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	7034	7160	7242	7812	8254	8716	8788	8970
<b>Q Domestik Total</b>		L/dtk	7034	7160	7242	7812	8254	8716	8788	8970
<b>Kebutuhan Non Domestik</b>										
6	<b>Pemerintah</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	1207	1232	1261	1232	1247	1253	1258	1263
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	13	13	13	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	188	190	194	195	197	198	199	199
7	<b>Perdagangan</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	33272	34761	36073	37382	37847	38003	38160	38318
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	2	2	2	2	2	2	2	2
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	882	945	969	1012	1025	1029	1034	1038
8	<b>Industri</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	391	404	405	404	409	410	412	414
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	12	13	14	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	56	61	65	66	67	67	68	68

Lanjutan Tabel 4.7

9	<b>Sosial Umum</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	3523	3630	3708	3771	3818	3834	3849	3865
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	3	3	3	3	3	3	3	3
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	135	134	136	139	141	141	142	142
10	<b>Sosial Khusus</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	1899	2005	2087	2144	2171	2180	2189	2198
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	14	15	15	15	15	15	15	15
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	309	345	356	363	367	369	370	372
11	<b>Pelabuhan</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	5	5	6	6	6	6	6	6
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	222	248	226	217	217	217	217	217
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	13	14	15	15	15	15	15	15
<b>Q Non Domestik Total</b>		L/dtk	1260	1331	1364	1412	1430	1819	1827	1834
<b>Q Total</b>		L/dtk	8294	8492	8605	9224	9684	10535	10615	10804
<b>Q Kehilangan air</b>		%	28.96%	28.00%	27.00%	27.00%	26.00%	25.00%	24.50%	24.00%
		L/dtk	24	24	23	25	25	26	26	26
<b>Q Rata-rata</b>		L/dtk	8318	8516	8628	9249	9709	10562	10641	10830
<b>Q Jam Puncak</b>		L/dtk	16635	17031	17257	18499	19418	21123	21282	21660
<b>Q Instalasi</b>		L/dtk	832	852	863	925	971	1056	1064	1083
<b>Q Air Baku Yang Dibutuhkan</b>		L/dtk	9149	9367	9491	10174	10680	11618	11705	11913
Pasokan PDAM		L/dtk	10500	10500	10500	10500	11000	11500	11500	11500
Kapasitas sisa		L/dtk	1351	1133	1009	326	320	-118	-205	-413

Lanjutan Tabel 4.7

No	Uraian	Satuan/ Unit								
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1	Jumlah Penduduk	Orang	3150496	3163511	3176579	3189702	3202879	3216110	3229396	3242737
2	Prosentase Pelayanan	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	Penduduk Terlayani	Orang	3150496	3163511	3176579	3189702	3202879	3216110	3229396	3242737
<b>Kebutuhan Domestik</b>										
4	<b>Sambungan Rumah (SR)</b>									
	Prosentase Pelayanan	%	100	100	100	100	100	100	100	100
	Penduduk Terlayani	Orang	3150496	3163511	3176579	3189702	3202879	3216110	3229396	3242737
	Penduduk per sambungan	Org/SR	4	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah Sambungan	Unit	787624	790878	794145	797426	800720	804028	807349	810684
	Unit Konsumsi	L/org.hari	250	252	253	257	260	261	263	265
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	9116	9227	9302	9488	9638	9715	9830	9946
<b>Q Domestik Total</b>		L/dtk	9116	9227	9302	9488	9638	9715	9830	9946
<b>Kebutuhan Non Domestik</b>										
6	<b>Pemerintah</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	1268	1273	1279	1284	1289	1295	1300	1305
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	14	14	14	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	200	201	202	203	204	204	205	206
7	<b>Perdagangan</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	38476	38635	38795	38955	39116	39278	39440	39603
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	2	2	2	2	2	2	2	2
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	1042	1046	1051	1055	1059	1064	1068	1073
8	<b>Industri</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	416	417	419	421	422	424	426	428
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	14	14	14	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	68	69	69	69	69	70	70	70

Lanjutan 4.7

9	<b>Sosial Umum</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	3881	3897	3913	3930	3946	3962	3978	3995
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	3	3	3	3	3	3	3	3
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	143	143	144	145	145	146	146	147
10	<b>Sosial Khusus</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	2207	2216	2225	2234	2243	2253	2262	2271
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	15	15	15	15	15	15	15	15
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	373	375	376	378	379	381	383	384
11	<b>Pelabuhan</b>									
	Jumlah Pelanggan	Unit	6	6	6	6	6	6	6	6
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	217	217	217	217	217	217	217	217
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>Q Non Domestik Total</b>		L/dtk	1842	1850	1857	1865	1873	1880	1888	1896
<b>Q Total</b>		L/dtk	10958	11077	11159	11353	11511	11596	11718	11842
<b>Q Kehilangan air</b>		%	23.50%	23.20%	23.00%	22.00%	21.50%	21.00%	20.50%	20.00%
		L/dtk	26	26	26	25	25	24	24	24
<b>Q Rata-rata</b>		L/dtk	10984	11102	11185	11378	11536	11620	11742	11866
<b>Q Jam Puncak</b>		L/dtk	21968	22205	22370	22756	23071	23240	23485	23731
<b>Q Instalasi</b>		L/dtk	1098	1110	1118	1138	1154	1162	1174	1187
<b>Q Air Baku Yang Dibutuhkan</b>		L/dtk	12082	12212	12303	12516	12689	12782	12917	13052
Pasokan PDAM		L/dtk	11500	11500	11500	11500	11500	11500	11500	11500
Kapasitas sisa		L/dtk	-582	-712	-803	-1016	-1189	-1282	-1417	-1552

Lanjutan Tabel 4.7

No	Uraian	Satuan/ Unit							
			2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1	Jumlah Penduduk	Orang	3256133	3269585	3283091	3296654	3310273	3323948	3337679
2	Prosentase Pelayanan	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	Penduduk Terlayani	Orang	3256133	3269585	3283091	3296654	3310273	3323948	3337679
<b>Kebutuhan Domestik</b>									
4	<b>Sambungan Rumah (SR)</b>								
	Prosentase Pelayanan	%	100	100	100	100	100	100	100
	Penduduk Terlayani	Orang	3256133	3269585	3283091	3296654	3310273	3323948	3337679
	Penduduk per sambungan	Org/SR	4	4	4	4	4	4	4
	Jumlah Sambungan	Unit	814033	817396	820773	824164	827568	830987	834420
	Unit Konsumsi	L/org.hari	266	269	269	271	272	272	274
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	10025	10180	10222	10340	10421	10464	10585
<b>Q Domestik Total</b>		L/dtk	10025	10180	10222	10340	10421	10464	10585
<b>Kebutuhan Non Domestik</b>									
6	<b>Pemerintah</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	1311	1316	1322	1327	1332	1338	1344
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	14	14	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	207	208	209	209	210	211	212
7	<b>Perdagangan</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	39766	39931	40096	40261	40428	40595	40762
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	2	2	2	2	2	2	2
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	1077	1081	1086	1090	1095	1099	1104
8	<b>Industri</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	430	431	433	435	437	438	440
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	14	14	14	14	14	14	14
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	71	71	71	71	72	72	72

Lanjutan Tabel 4.7

9	<b>Sosial Umum</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	4011	4028	4045	4061	4078	4095	4112
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	3	3	3	3	3	3	3
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	148	148	149	149	150	151	151
10	<b>Sosial Khusus</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	2281	2290	2300	2309	2319	2328	2338
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	15	15	15	15	15	15	15
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	386	387	389	390	392	394	395
11	<b>Pelabuhan</b>								
	Jumlah Pelanggan	Unit	6	6	6	6	6	7	7
	Unit Konsumsi	m3/unit.hr	217	217	217	217	217	217	217
	Pemakaian Rata-rata	L/dtk	16	16	16	16	16	16	16
<b>Q Non Domestik Total</b>		L/dtk	1904	1912	1920	1928	1935	1943	1951
<b>Q Total</b>		L/dtk	11928	12091	12141	12268	12357	12408	12536
<b>Q Kehilangan air</b>		%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
		L/dtk	24	24	24	25	25	25	25
<b>Q Rata-rata</b>		L/dtk	11952	12115	12166	12292	12381	12433	12561
<b>Q Jam Puncak</b>		L/dtk	23905	24231	24331	24584	24763	24865	25123
<b>Q Instalasi</b>		L/dtk	1195	1212	1217	1229	1238	1243	1256
<b>Q Air Baku Yang Dibutuhkan</b>		L/dtk	13148	13327	13382	13521	13620	13676	13817
Pasokan PDAM		L/dtk	11500	11500	11500	11500	11500	11500	11500
Kapasitas sisa		L/dtk	-1648	-1827	-1882	-2021	-2120	-2176	-2317

Sumber: Hasil Perhitungan



### **4.3 Memilih Sumber Air Baku yang Berpotensi**

Dari perhitungan kebutuhan air yang dibahas pada pembahasan sebelumnya dapat diketahui bahwa kebutuhan air mengalami defisit pada tahun 2018 dengan kekurangan sebesar 118 Liter/detik. Maka dari itu dibutuhkan pencarian sumber air baku untuk mengatasi masalah tersebut. Pencarian sumber air baku ini memerlukan waktu dan kajian yang lama. Maka dari itu kajian untuk sumber air baku dapat dilakukan sejak sekarang. Salah satu acuan untuk memilih sumber air baku dapat menggunakan aturan maupun landasan yang telah ditetapkan pemerintah. Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan antara lain mata air, air tanah dalam, sumber air permukaan, dan air hujan.

#### **4.3.1 Mata Air**

Kuantitas dari mata air yang digunakan PDAM Surya Sembada Surabaya yang telah diketahui menurut data dari PU Sumber Daya Air Tahun 2014 sebesar 110 liter/detik dan menurut data RISPAM 2014 direncanakan mata air yang akan dialokasikan yaitu 500 liter/detik. Namun, dari jumlah debit yang ada di mata air diperkirakan hanya mampu memasok PDAM Surya Sembada Surabaya untuk jangka menengah yaitu sekitar sepuluh hingga lima belas tahun. Untuk kualitas, mata air memiliki kualitas yang baik. Sedangkan untuk sistem distribusinya menggunakan sistem pompa.

#### **4.3.2 Air Tanah Dalam**

Menurut RISPAM 2014, akuifer di kota Surabaya terdiri dari akuifer dengan aliran ruang dan akuifer bercelah kecil. Untuk akuifer dengan aliran ruang memiliki daerah sumur kurang dari 5L/detik sedangkan akuifer bercelah kecil terletak pada daerah yang memiliki air tanah langka dan memiliki produksi kecil. Disamping itu kondisi saat ini semakin banyak lokasi di Surabaya yang mengalami intrusi air laut. Maka dari itu diberlakukan perizinan bila ingin melakukan pengeboran air tanah dalam. Sejauh ini pemanfaatannya hanya untuk rumah tangga, industri, dan lain-lain namun tidak memungkinkan untuk sumber air baku

PDAM dikarenakan debit yang kecil dan adanya resiko memperbesarnya intrusi air laut.

#### **4.3.3 Sumber Air Permukaan**

Untuk sumber air permukaan, di Suurabaya terdapat sungai dan bozem. Sungai yang saat ini digunakan PDAM Surya Sembada Surabaya yaitu Kali Surabaya dengan kemampuan memasok  $20\text{m}^3/\text{detik}$  menurut data RISPAM 2014. Sedangkan bozem Morokrembangan mampu mensuplai  $0,96\text{ L/detik}$ , namun kondisi curah hujan kota Surabaya yang tidak menentu menjadikan boezem ini sulit digunakan sebagai sumber air baku. Disamping itu debitnya juga terbatas. Untu mengetahui kualitas dari Kali Surabaya dapat dilihat pada tabel berikut.

#### **4.3.4 Air Hujan**

Untuk air hujan sendiri di Surabaya, seperti yang sudah dijelaskan pada poin sebelumnya bahwa selama ini air hujan ditampung pada waduk atau boezem. Boezem terbessar sendiri yang ada di Surabaya yaitu boezem Morokrembangan dengan debit mencapai  $0,96\text{L/detik}$ . Jumlah debit ini tentunya kurang mampu mensuplai kekurangan air yang terjadi. Hasil uji kualitas dari boezem Morokrembangan pada Tabel 4.12.

#### **4.3.5 Air Laut**

Lokasi kota Surabaya berdekatan dengan pantai yang otomatis berdekatan pula dengan sumber air yang berpotensi yaitu air laut. Untuk kuantitas, air laut memiliki debit yang tak hingga dan diperkirakan mampu memasok dalam jangka panjang yaitu untuk lima belas hingga dua puluh tahun. Pada Tabel 4.13 dapat dilihat kualitas air laut dengan sampling lokasi air laut yang berjarak kurang lebih 70 m dari garis Pantai Kenjeran Lama yang diambil saat kondisi surut dengan kedalaman kurang lebih 50 cm dari permukaan dengan koordinat  $7^{\circ}14'15.59''\text{S}$  dan  $112^{\circ}47'47.83''\text{E}$ .

Tabel 4.8 Kualitas Air Boezem Morokrembangan

No	Parameter	Satuan	Sampling hari ke							Metode
			1	2	3	4	5	6	7	
	Fisik									Gravimetri
1	TSS	mg/L	28	20	22	54	34	56	34	Gravimetri
2	TSS	mg/L	95 6	95 2	78 8	73 6	84 4	89 6	90 8	
	Kimia									Iodometri
1	COD	mg/L O <sub>3</sub>	80	80	64	76	72	80	86	Winkler
2	BOD	mg/L O <sub>4</sub>	38	38	30	36	34	36	40	Spektrofometri
3	Amonia	mg/NH <sub>3</sub> -N	75, 6	41, 4	36, 5	48, 8	46, 9	54, 7	58, 2	Spektrofometri
4	Phospat	mg/PO <sub>4</sub> -P	2.8	1.7	1.5	1.6	1.5	1.8	1.5	Spektrofometri
5	Detergen	mg/L LAS	4,5	5,3	4,8	4,3	3,9	5	4,6	Spektrofometri

Sumber: Satker PPLP Kementerian PU(2010) dalam RISPAM 2014

Tabel 4.9 Kualitas Air Laut

No	Parameter	Hasil Uji
1	pH	7.78
2	Suhu	31C
3	Kekeruhan	12 NTU
4	TDS	33960 mg/L
5	Salinitas	23.9 0/00
6	Total Organic Compound (TOC)	0.387 mg/L
7	Klorin	21%
8	Kadmium	0.0014 ppm
9	Timbal	1.287 ppm

Sumber: Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif Penyediaan Air Minum Kota Surabaya, Nurul Latifa Hanna (2016)

Dari beberapa sumber air potensial diatas. Menurut kriteria 4K (Kuantitas, Kualitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan)

ada dua sumber yang bisa digunakan sebagai alternatif sumber air baku untuk menunjang sumber air baku yang sudah ada ataupun untuk mengganti sumber air baku yang sudah ada jika sumber air yang ada saat ini sudah tidak mampu lagi memasok PDAM Surya Sembada Surabaya. Sumber airbakutersebut yaitu mata air dan air laut.

#### **4.4 Menentukan Sumber Air Baku Prioritas**

Untuk menentukan sumber air baku prioritas terlebih dahulu menyusun hierarki untuk mencapai tujuan tersebut. Hierarki dapat dilihat pada BAB III METODOLOGI PENELITIAN. Penyusunan hierarki ini dimulai dengan menentukan goal atau tujuan dari pembuatan hierarki ini. Dalam penelitian ini goal yang akan dituju ialah menentukan sumber air baku. Kemudian dari goal tersebut ditentukan kriteria sebagai bahan pertimbangan untuk memilih sumber air baku. Dalam penelitian ini kriterianya ditentukan yaitu 4K(kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan). Setelah itu dari masing-masing kriteria diturunkan lagi menjadi subkriteria. Untuk subkriteria kuantitas ditentukan subkriteria debit yang tersedia dan debit yang akan diambil. Untuk kriteria kualitas, subkriterianya yaitu standar air baku dan standar air minum. Untuk kriteria kontinuitas ditentukan subkriteria yaitu jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Untuk kriteria keterjangkauan, subkriterianya yaitu investasi pengadaan, teknologi pengolahan, dan operation and maintenance.

Setelah itu ditentukan responden yang berkompeten untuk melakukan skoring dari tiap perbandingan kriteria hingga subkriteria untuk mencapai goal dari penelitian ini. Berikut responden yang akan melakukan skoring.

1. Dosen Teknik Lingkungan (P2)
2. Dosen Teknik Lingkungan (P3)
3. Dosen Teknik Lingkungan (P4)
4. Dinas Pekerjaan Umum Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur bagian Bina Manfaat. (P5)
5. Supervisor Litbang PDAM Surya Sembada Surabaya (P6)

6. Manajer Pengendalian Proses PDAM Surya Sembada Surabaya (P7)
7. Supervisor bagian Produksi PDAM Surya Sembada Surabaya (P8)

Skoring dilakukan dengan menggunakan software Expert Choice yang memiliki nilai toleransi hingga 0,1. Setelah masing-masing melakukan skoring, dilakukan pengkombinasian hasil responden untuk mendapatkan hasil secara keseluruhan.

Setelah itu responden melakukan skoring akan diketahui inkonsistensi dari masing-masing responden. Berikut hasil inkonsistensi dari masing-masing responden.

Responden	Inkonsistensi
P2	0.17
P3	0.0
P4	0.19
P5	0.08
P6	0.06
P7	0.2
P8	1.35

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa ada beberapa responden yang memiliki inkonsistensi yang masih melebihi 10%. Hal ini dapat diperbaiki dengan melakukan pengisian kuesioner ulang namun tidak dilakukan dalam penelitian ini agar tidak mempengaruhi objektivitas dari responden.

Setelah itu dilakukan pengkombinasian dari keseluruhan hasil dari tiap-tiap responden dengan cara menghitung rata-rata geometrik dari tiap *pairwise comparison*. Mula-mula dilakukan rekap terhadap semua skoring seperti pada tabel. Setelah itu skala ditransformasikan menjadi satu (1) sampai tujuh belas (17).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Kemudian dihitung rata-rata geometriknya dari setiap *pairwise comparison*. Contohnya sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\text{Kualitas-Kuantitas} &= \sqrt[7]{3 \times 9 \times 7 \times 9 \times 7 \times 2 \times 1} \\ &= 4,2 \text{ (aw)}\end{aligned}$$

Karena aw 4,2 bisa dibulatkan menjadi 4 dan dicocokkan lagi dengan skala yang telah sesuai dengan skala *Analytical Hierarchy Process*.

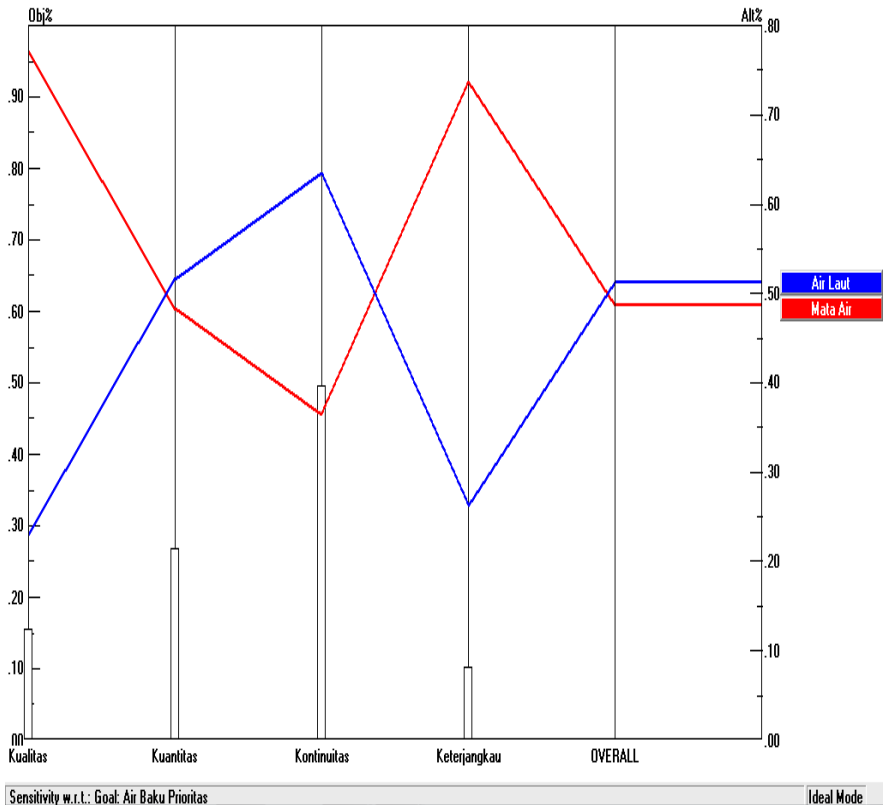
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai 4 dari hasil hitungan rata-rata sama dengan nilai 6 pada skala di bawahnya. Berikut tabel rekap lengkap dari semua responden.

	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Kuantitas-Kualitas	3	9	7	9	7	2	1
Kuantitas-Kontinuitas	15	9	7	13	9	17	17
Kuantitas-Keterjangkauan	3	9	9	6	6	2	15
Kualitas-Kontinuitas	15	9	13	10	11	17	16
Kualitas-Keterjangkauan	5	9	9	8	6	2	2
Kontinuitas-Keterjangkauan	3	9	9	5	6	1	2

Untuk lebih cepatnya digunakan software Expert Choice sehingga didapatkan bahwa inkonsistensi yang didapat sebesar 0.08 dan kriteria kontinuitas menjadi faktor penting dalam pemilihan sumber air baku dengan prosentase sebesar 49%. Dari hasil tersebut, menurut para responden, kriteria kontinuitas memiliki tingkat kepentingan dibanding yang lain untuk memilih sumber air baku. Kemudian dari kriteria kontinuitas, sub kriteria jangka panjang menjadi prioritas untuk memilih sumber air baku dengan prosentase 74,8% dan dianggap sebagai yang paling penting dari subkriteria lain. Kemudian dapat diketahui pula sumber air baku prioritas dari hasil kombinasi skoring tersebut. Sumber air baku yang terpilih yaitu air laut dengan prosentase 51,3% mengungguli mata air dengan 48,7% dengan inkonsistensi sebesar 0.08. Tingkat inkonsistensi ini menunjukkan tingkat keabsahan penentuan prioritas. Nilai inkonsistensi maksimum

yang diperbolehkan 0.1 maka semakin kecil menunjukkan semakin absah hasil AHP tersebut.



**Gambar 4.4 Grafik Performa Keseluruhan**

Dari grafik dapat diketahui beberapa hasil yaitu kriteria kuantitas, kualitas, keterjangkauan, dan kontinuitas dapat dibaca melalui grafik batang yang terletak di bawah grafik yang besarnya dapat dilihat pada sumbu vertical sebelah kiri dengan rincian sebagai berikut

- Kriteria Kualitas :15.1%
- Kriteria Kuantitas :26.3%

- Kriteria Kontinuitas :49%
- Kriteria Keterjangkauan : 9.7%

Selain itu dapat diketahui pula persentase alternatif yang dipilih dengan melihat garis merah sebagai mata air dan garis biru sebagai air laut. Untuk besaran persentasenya dapat dilihat dari sumbu vertical sebelah kanan. Berikut rinciannya

- Kriteria Kualitas
  1. Air Laut :22.8%
  2. Mata Air :77.2%
- Kriteria Kuantitas
  1. Air Laut :51.7%
  2. Mata Air :48.3%
- Kriteria Kontinuitas
  3. Air Laut :63.5%
  4. Mata Air :36.5%
- Kriteria Keterjangkauan
  5. Air Laut :26.4%
  6. Mata Air :73.6%

Dari hasil yang didapat, air laut terpilih sebagai sumber air baku. Namun air laut ini memiliki kelebihan dan kekurangan sebagaimana sumber air baku lain. Kelebihan dan kekurangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Penggunaan air laut sendiri sebagai sumber air baku sudah cukup banyak dilakukan penelitian di Indonesia sendiri. Teknologi pengolahannya yaitu proses destilasi dengan beberapa metode antara lain MSF, MED, ED, dan Reverse Osmosis. Dari beberapa teknologi dan metode yang ada, MSF memiliki biaya yang murah untuk perawatannya serta sumber energy yang digunakan yaitu sumber energy panas yang dapat diperoleh dari panas matahari (Geni Rina,1999). Selain itu teknologi lain yang umum digunakan yaitu Sea Water Reverse Osmosis (Ridho,2015). Cara kerja MSF sendiri yaitu pemanasan air laut secara progresif hingga suhu maksimal kemudian dilakukan proses flashing secara bertingkat kemudian dilakukan kondensasi dari tingkat-tingkat tersebut.



Sedangkan untuk SWRO sendiri memiliki inti perancangan yang dimulai dari area pengambilan air laut, pre treatment, RO configuration, post treatment, dan brine disposal. SWRO ini membutuhkan sumber energy yang besar sehingga perlu dilakukan perencanaan yang efektif dan efisien. Untuk lokasi pengambilan air baku air laut ada beberapa alternatif yang sekiranya dapat menjadi opsi yaitu lokasi dekat Pantai Ria Kenjeran dan dekat Wisata Mangrove Wonorejo. Untuk memilih lokasi tepatnya perlu rencana penelitian lagi dengan metode *Analytical Hierarchy Process* lagi ataupun dilakukan pembobotan dengan nilai skor tertentu.

Tabel 4.10

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Debit melimpah	Biaya operasi dan pengadaan mahal
2	Hasil sampingan berupa garam dapat dimanfaatkan	Tenaga ahli masih minim
3	Debit air tidak terpengaruh cuaca	Kadar salinitas tinggi
4	Pasokan debit konstan	Teknologi jarang digunakan di Indonesia
5	Kaya mineral	Biaya produksi dan harga jual naik
6	Sebagai sumber energi alternative	

***Halaman Ini Sengaja Dikosongkan***

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan antara lain yaitu :

- a. Metode yang digunakan untuk proyeksi penduduk yaitu metode geometrik karena mendapat nilai korelasinya paling mendekati 1. Dari hasil perhitungan proyeksi diketahui bahwa kebutuhan air domestik dan non domestik pada tahun 2035 yaitu 12536 Liter/detik. Disamping itu pasokan air produksi PDAM Surya Sembada Surabaya mengalami defisit sejak tahun 2018 sebesar 118 L/detik dan pada tahun 2035 defisit kebutuhan air mencapai 2317 L/detik.
- b. Berdasar debit yang mampu dipasok, ada dua alternatif sumber air baku yaitu air laut, dan mata air
- c. Air baku prioritas yang didapat dari metode Analytical Hierarchy Process ini yaitu air laut dengan kriteria kontinuitas sebagai pertimbangan utama.

### **5.2 Saran**

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait teknologi yang cocok untuk pengolahan yang sesuai karakter masing-masing dari sumber air baku.
- b. Air laut memiliki tingkat salinitas tinggi yang menyebabkannya tidak layak dikonsumsi secara langsung. Maka dari itu perlu pengolahan terlebih dahulu untuk memisahkan kadar garam dari air, misalnya menggunakan teknologi reverse osmosis maupun menggunakan proses desalinasi.
- c. Perlunya beberapa pihak lain yang dapat dijadikan responden untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dari metode ini, misalnya dari pihak instansi lain seperti Jasa Tirta dan Kementerian Lingkungan Hidup.

- d. Untuk penelitian selanjutnya dapat pula dilakukan pembobotan terkait lokasi-lokasi sampel pengambilan air laut maupun sumber air lain sebagai pertimbangan untuk responden dalam penilaian cocok tidaknya sumber air baku yang akan dipilih

## DAFTAR PUSTAKA

- Buku Putih Sanitasi Surabaya.2010  
Expert Choice.Jakarta:UI Press
- Fadhila, Ridho Naufal.2015. Perancangan Sistem Pengolahan Air Laut Menggunakan SWRO
- Hanna,Nurul Latifa.2016. Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif Penyediaan air Minum Kota Surabaya (Studi Kasus: 50 Liter Per Detik). Surabaya: Jurusan Teknik lingkungan ITS
- Kadarsah, 2006. AHP untuk Pemodelan pemilihan Alternatif kriteria dengan aplikasi
- Kementrian Kelautan dan Perikanan RI. 2016. "Peta Kerentanan Pesisir Surabaya"  
<URL:<http://p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/peta-kerentanan-pesisir-surabaya>.> diakses tanggal 13 Februari 2017.
- Kementrian Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 Tentang Kualitas Air Laut.
- Mangkoedihardjo,S.1985. Penyediaan Air Bersih. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan ITS
- Mann, Stuart H.1995. Using The Analytic Hierarchy Process For Decision .International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice.Vol:2.No:1.pp:35-44. Making in Engineering Applications: Some Challenges.
- Mardyanto,M.A.2010. Geohidrologi Bahan Ajar.Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Press.
- Mulyono, Sri.1996.Teori Pengambilan Keputusan.Jakarta:Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

- Pemerintah Kota Surabaya.2014.RISPAM 2014.Surabaya:UV TRI MUKNI ANDAYANI.
- Selamat.2012.Studi Pemilihan Sumber Air Baku Air Minum Penduduk Di Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala. Tesis II, ITS
- Sumetri,S. dan Alaert, G.1987.Metoda Penelitian Air.Surabaya:Usaha Nasional
- Saaty, T. L.1990. How to make a decision:The Analytical Hierarchy Process.European Journal of Operational Research.vol:48 p:9-26.
- Saaty, T. L. 2008. Decision Making with Analitic Hierachy Process. Int J. Services Sciences 1, 1:83-86
- Sunaryo, Geni Rina,dkk.1999. Perancangan Sistem Pemurnian Air Laut Menjadi Air Tawar Berdasarkan Metoda Desalinasi Multistage Flash Distillation
- Trisnawati, Adi. 2014. Analisis Kualitas Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS

## Lampiran 1 Kuesioner Analisis AHP

### KUESIONER ANALISIS AHP

**Judul Penelitian :**  
**AIR BAKU PRIORITAS UNTUK PDAM SURYA**  
**SEMBADA SURABAYA**

**Departemen Teknik Lingkungan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

#### Identitas Responden

**Nama** :  
**Usia** :  
**Pendidikan** :  
**Pekerjaan** :

#### Petunjuk Pengisian

Untuk mengisi kuisioner ini, Bapak/Ibu/Saudara/I diminta untuk mengisi kolom-kolom perbandingan berpasangan antara dua faktor penentuan rute angkutan umum yang dapat ditentukan nilai pengaruh dari masing-masing faktor, yaitu 1 (satu) sampai dengan 9 (Sembilan) dengan penjelasan dari masing-masing nilai pengaruh adalah sebagai berikut.

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas memiliki kontribusi yang sama terhadap objek
2	Cukup penting	
3	Penting	Pengalaman dan penilaian sedikit mempengaruhi salah satu aktivitas dari

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
		aktivitas lainnya
4	Penting (lebih)	
5	Sangat penting	Pengalaman dan penilaian memengaruhi salah satu aktivitas dari aktivitas lainnya
6	Sangat penting (lebih)	
7	Sangat sangat penting	Salah satu aktivitas sangat memengaruhi aktivitas lainnya, dominansi didemonstrasikan dalam pelaksanaan
8	Sangat sangat penting (lebih)	
9	Kepentingan ekstrem	Bukti menunjukkan bawah salah satu aktivitas merupakan aktivitas dengan urutan prioritas tertinggi

Contoh :

Jika kriteria kuantitas **lebih penting** daripada kontinuitas, maka intensitas pengaruhnya **5**, sehingga angka 5 pada kriteria kuantitas harus disilang.



Menurut RISPAM 2014, kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik pada tahun 2035 mencapai 14797 liter/detik. Sedangkan pasokan air dari PDAM Surya Sembada Surabaya masih berkisar 11500 liter/detik. Hal ini dikarenakan pasokan sumber air baku yang kurang dari kali Surabaya dan mata air Umbulan. Maka dari itu diperlukan pemilihan sumber air baku lain untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut. Berdasar jumlah debit yang dapat dipasok sumber air tersebut, dipilihlah sumber air yang berpotensi yaitu air laut dan mata air. Untuk memilih sumber air yang sesuai, berikut kriteria yang menjadi pertimbangan.

### **Aspek Teknis Prioritas Air Baku**

1. Kuantitas
  - Debit yang dibutuhkan
  - Debit tersedia
2. Kualitas
  - Standar Kualitas Air Baku
  - Standar Kualitas Air Minum
3. Kontinuitas
  - Jangka Pendek
  - Jangka Menengah
  - Jangka Panjang
4. Keterjangkauan
  - Investasi Pengadaan
  - Operation and Maintenance
  - Teknologi Pengolahan

Dari aspek teknis, terdapat kriteria yaitu kuantitas,kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan. Menurut Anda mana yang lebih Anda sukai atau anda pentingkan ?

Kuantitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kualitas
Keterangan :																		
Kuantitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas
Keterangan :																		
Kuantitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Keterjangkauan
Keterangan :																		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontinuitas
Keterangan :																		
Kualitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Keterjangkauan
Keterangan :																		
Kontinuitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Keterjangkauan
Keterangan :																		

Dari kriteria kuantitas, terdapat subkriteria yaitu debit tersedia dan debit yang dibutuhkan. Dari kedua subkriteria berikut, menurut Anda, mana yang Anda sukai atau pentingkan?

Debit Tersedia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Debit yang dibutuhkan
Keterangan :																		

Dari kriteria kualitas, terdapat tiga subkriteria yang dibandingkan, menurut Anda mana yang lebih Anda sukai atau pentingkan?

Standar air Baku	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Standar Air Minum
Keterangan :																		

Pada kriteria kontinuitas terdapat tiga subkriteria yang dibandingkan. Jangka pendek berarti kemampuan sumber air untuk menyuplai dalam lima tahun kedepan. Jangka menengah berarti kemampuan sumber air baku menyuplai dalam sepuluh tahun kedepan. Jangka panjang berarti kemampuan sumber air baku untuk menyuplai dalam lima belas sampai duapuluh tahun

kedepan. Menurut Anda, mana yang Anda sukai atau pentingkan?

Jangka Pendek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jangka Menengah
Keterangan :																		
Jangka Pendek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jangka Panjang
Keterangan :																		
Jangka Menengah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jangka Panjang
Keterangan :																		

Kriteria keterjangkauan ini memberatkan pada beberapa aspek yaitu investasi pengadaan, operasi dan perawatan dari tiap-tiap instalasi pengolahan serta teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah air baku yang nantinya akan digunakan. Menurut Anda, mana yang lebih Anda sukai atau pentingkan?

Investasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	O & M
Keterangan :																		
Investasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi Pengolahan
34a Keterangan :																		
O & M	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi Pengolahan
Keterangan :																		

Berdasarkan jumlah debit yang dipasok, terdapat sumber air yang berpotensi, yaitu sebagai berikut:

**Altentaif Prioritas Air Baku**

1. Air Laut
2. Mata Air

Debit yang diambil oleh PAM Surya Sembada Surabaya menyesuaikan dengan hasil proyeksi kebutuhan air bersih. Menurut Anda mana yang Anda sukai atau pentingkan dari ketiga sumber air baku tersebut?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Meskipun debit dari ketiga sumber air baku ini dapat memasok kebutuhan PDAM Surya Sembada Surabaya, menurut Anda mana yang Anda sukai atau pentingkan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Kualitas sumber air baku perlu diperhatikan terkait dengan teknologi yang akan dipilih untuk mengolah air baku tersebut. Menurut Anda mana yang Anda sukai atau pentingkan untuk dilakukan pengolahan ?

Standar Air Baku

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Air Produksi PDAM Surya Sembada perlu dilakukan pengujian kualitas. Menurut Anda dari ketiga sumber air berikut, mana yang Anda sukai atau pentingkan untuk dilakukan pengujian terhadap hasil produksi ?

#### Standar Air Minum

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Jangka pendek yang dimaksud yaitu kemampuan sumber air baku untuk mensuplai PDAM Surya Sembada Surabaya untuk jangka waktu 5 tahun. Menurut Anda mana yang lebih Anda sukai atau pentingkan untuk lima tahun kedepan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Menurut Anda sumber air mana yang Anda sukai atau pentingkan untuk mensuplai sepuluh tahun kedepan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Keterjangkauan untuk mensuplai air untuk diproduksi selama kurun waktu 15 sampai 20 tahun ke depan. Menurut Anda sumber air mana yang anda sukai atau pentingkan untuk mensuplai lima belas sampai dua puluh tahun kedepan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Investasi ini dimaksudkan biaya yang digunakan untuk membangun instalasi pengolahan yang dibutuhkan dari tiap alternatif yang ada. Menurut Anda mana yang Anda sukai atau pentingkan untuk menginvestasikan biaya pembangunan instalasi ?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

Pada subkriteria ini difokuskan pada operasi yang dibutuhkan untuk memproses sumber air baku tersebut. Disamping itu hal-hal apa saja yang perlu dilakukan untuk perawatan instalasi pengolahan dan teknologi. Menurut Anda mana yang Anda sukai atau pentingkan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		



ngan :	
--------	--

Teknologi yang dibutuhkan untuk tiap alternatif sumber air baku berbeda-beda tergantung karaktersitik sumber air baku tersebut. Menurut Anda mana yang lebih Anda sukai atau pentingkan?

Mata Air	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Air Laut
Keterangan :																		

***Halaman Ini Sengaja Dikosongkan***

## **Lampiran 2 Pengoperasian Expert Choice**

Setelah Kuesioner didapat dari responde, maka data dapat di input ke dalam software Expert Choice. Berikut langkah-langkah pengoperasian software Expert Choice dalam penelitian berikut:

1. Klik short cut Expert Choice
2. Kemudian Tentukan tujuan yang akan di teliti. Contohnya pada penelitian ini dituliskan “Air Baku Prioritas”
3. Kemudian setelah itu tambahkan kriteria yang menjadi perimbangan. Klik kanan untuk memilih ikon insert child node
4. Kemudian tentukan kriteria yang diinginkan. Pada penelitian ini kriteria yang diambil ialah kualitas, kuantitas, keterjangkauan, dan kontinuitas.
5. Kemudian tambahkan subkriteria yang diinginkan seperti langkah nomor 3. Klik kanan kemudian klik ikon insert child node. Lakukan untuk tiap kriteria
6. Setelah itu pilih ikon add alternatif untuk menambahkan alternatif yang akan dipilih.
7. Setelah itu pilih ikon participants untuk menampilkan tabel participants, setelah itu klik menu edit dan pilih add N participants dan ketik jumlah responden yang diinginkan
8. Setelah itu, masukkan data dari hasil kuesioner untuk tiap responden
9. Setelah itu pilih ikon combine disamping participants maka akan muncul hierarki untuk kombinasi dari semua responde. Untuk memasukkan hasil kombinasi maka klik ikon participants dan muncul tabel participants, setelah itu klik ikon Combine Individuals lalu pilih Both dan didapatkan hasil kombinasi

***Halaman Ini Sengaja Dikosongkan***

## BIOGRAFI PENULIS



R.Cipta Anugerah Persada lahir di Surabaya pada 20 April 1995 adalah anak ketigadari tiga bersaudara. Penulis memulai riwayat pendidikannya di pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDN Tanjung Sari 97 Surabaya. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah tingkat pertama di SMP Negeri 3 Surabaya selama tahun 2007-2010. Pendidikan sekolah menengah atas ditempuh di SMA 6 Surabaya pada tahun 2010-2013 dengan mengambil program IPA. Penulis

melanjutkan pendidikan tinggi (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2013-2017 dan terdaftar dengan NRP 3313100030.

Penulis aktif di beberapa organisasi di lingkup ITS. Penulis pernah menjadi staff dalam Departemen Sosial Masyarakat HMTL 2014-2015. Kemudian pada tahun berikutnya penulis menjadi kepala bidang DIKSI Departemen Dalam Negeri HMTL 2015-2016. Pada saat yang sama penulis juga menjadi kepala bidang HUMAS LPM 1.0 ITS. Penulis juga pernah menjadi staff Mahkamah Mahasiswa 2013-2014 dan 2014-2015. Penulis dapat dihubungi via email [ciptapersada123@gmail.com](mailto:ciptapersada123@gmail.com)

